

DIAGNOSTICO DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL
GANADO DE CARNE EN FINCAS DE COSTA RICA

Tesis de grado

para

Magister Scientiae

Orlando Antonio Bazán Alfaro



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales
Turrialba, Costa Rica
Setiembre, 1974

DIAGNOSTICO DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL
GANADO DE CARNE EN FINCAS DE COSTA RICA

Tesis

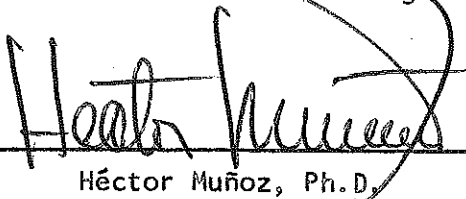
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola de la OEA

APROBADA:



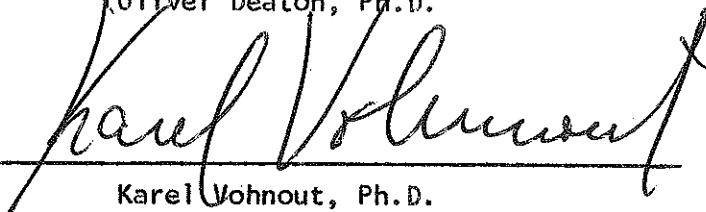
Héctor Muñoz, Ph.D.

Consejero



Comité

Oliver Deaton, Ph.D.



Comité

Karel Vohnout, Ph.D.



Comité

Jorge Soria, Ph.D.

Setiembre, 1974

DEDICATORIA

A mi esposa Grace

A mis padres y hermanos

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento:

- Al Dr. Héctor Muñoz, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en la elaboración del presente trabajo.
- Al Dr. Oliver Deaton, por su invalorable ayuda, recomendaciones y amistad.
- A los Doctores Karel Vohnout y Jorge Soria, miembros del Comité, por sus sugerencias.
- A todos los profesores del Departamento y el Centro, que a través de sus enseñanzas contribuyeron en mi perfeccionamiento profesional.
- A IVITA, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por haberme concedido la licencia para realizar mis estudios.
- A FAO, por haberme otorgado una beca que permitió costear mis estudios de postgrado.
- Al Dr. Jaime Ortíz B., dueños y encargados de la Administración de las fincas donde se realizó el presente trabajo.
- Al personal de la División de Estadística y Computación del IICA y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de mi tesis.

BIOGRAFIA

El autor nació en Pacasmayo, Departamento de La Libertad, Perú. Realizó sus estudios primarios en su ciudad natal y los secundarios en el Colegio Nacional "San Juan" en Trujillo.

Cursó sus estudios universitarios en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, graduándose de Médico Veterinario en julio de 1969. A partir de esta fecha ingresó a trabajar en la Universidad de San Marcos en el Departamento de Producción Animal en el Instituto Veterinario de Investigaciones del Trópico y Altura.

En setiembre de 1972 ingresó al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en el Departamento de Ganadería Tropical, egresando en setiembre de 1974.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Factores que afectan el comportamiento reproductivo en el ganado de carne	3
2.1.1 Factores genéticos	3
2.1.2 Factores ambientales	4
2.1.3 Factores nutricionales	4
2.1.4 Factores fisiológicos	6
2.1.5 Factores sanitarios	7
2.1.6 Factores de manejo	8
2.2 Parámetros para medir la fertilidad en el ganado de carne	8
2.2.1 Edad al primer parto	8
2.2.2 Intervalo entre partos	9
2.2.3 Número de servicios por concepción	10
2.2.4 Porcentaje de nacimientos	10
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Número de animales y observaciones	12
3.2 Recolección de la información	12
3.2.1 Finca CATIE	12
3.2.2 Finca Los Diamantes	14
3.2.3 Finca Chomes	14
3.2.4 Finca El Pelón de la Bajura	15
3.2.5 Finca El Real	15
3.3 Levantamiento de datos	15
3.3.1 Edad al primer parto	15
3.3.2 Intervalo entre partos	15
3.3.3 Número de vacas expuestas a toro y número de terneros nacidos y destetados	17
3.3.4 Número de vacas lactantes y secas	19
3.4 Análisis estadístico	20
3.5 Índice de Eficiencia Reproductiva del hato	21

	<u>Página</u>
4. RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1 Edad al primer parto	22
4.2 Intervalo entre partos	25
4.3 Porcentaje de nacimientos y destete	28
4.4 Estado fisiológico previo y porcentaje de nacimientos	31
4.5 Índice de eficiencia reproductiva del hato	33
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	37
5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS	39
6. LITERATURA CITADA	41

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Número de animales y observaciones por hatos	13
2	Número de edades al primer parto observados por hatos y zonas	16
3	Número de intervalos estudiados del 1° al 7° o más, por hatos y zonas	17
4	Número de vacas expuestas a toro, número de terneros nacidos y destetados, por hatos y zonas	18
5	Vacas lactantes y secas, por hatos y zonas	19
6	Edad promedio al primer parto en meses, para hatos y zonas	23
7	Análisis de variancia para edad al primer parto	24
8	Intervalo entre partos y promedio para hatos y zonas	26
9	Análisis de variancia para intervalos entre partos	28
10	Porcentaje de nacimientos y destete, por hatos y zonas	29
11	Análisis de variancia para porcentajes de nacimientos	30
12	Vacas lactantes y secas y porcentaje de nacimientos	32
13	Análisis de variancia para estado fisiológico previo y porcentaje de nacimientos	33
14	Parámetros reproductivos, meses perdidos e índices de eficiencia reproductiva, por hatos y zonas	35

1. INTRODUCCION

La ganadería de carne en la América Tropical, está compuesta en su gran mayoría por explotaciones que se manejan en forma extensiva, frecuentemente los recursos con que disponen no se usan adecuadamente. Esta deficiente utilización de los recursos está directamente relacionada con una baja eficiencia reproductiva, manifestada en una edad tardía al primer parto, largos intervalos entre partos, períodos prolongados del parto a concepción, elevado número de servicios por concepción y bajos porcentajes de natalidad. A estos problemas se adicionan una alta mortalidad de terneros en la etapa del nacimiento al destete y un lento crecimiento. La baja eficiencia reproductiva, alta mortalidad y lento crecimiento son factores que influyen sobre la productividad del hato y la economía del ganadero.

Es conocido que la heredabilidad y repetibilidad de las características relacionadas con la reproducción son relativamente bajas, por lo tanto, se puede mejorar su eficiencia principalmente con el mejoramiento de las condiciones de alimentación, sanidad y manejo de los animales. Por eso se hace necesario conocer cuantitativamente la magnitud del problema reproductivo del ganado en determinadas áreas, pues se requiere estudiar soluciones y recomendar las medidas del caso, para elevar la eficiencia reproductiva.

La falta de información sobre la eficiencia reproductiva en los hatos de carne de Costa Rica, ha llevado a la ejecución del presente trabajo con el fin de hacer un diagnóstico preliminar del comportamiento reproductivo del ganado de carne, en las zonas del Pacífico Seco y del Atlántico de Costa Rica. La primera se considera como la de mayor importancia en la actualidad, y la segunda como área de desarrollo futuro para la ganadería.

El presente trabajo tuvo como objetivos:

1. El diagnosticar el comportamiento reproductivo de hatos de ganado de carne, considerando como parámetros: edad al primer parto; intervalo entre partos; y porcentaje de nacimientos y destetados.
2. Estudiar el efecto del estado fisiológico sobre el porcentaje de nacimientos.

2. REVISION DE LITERATURA

La fertilidad del ganado es un factor importante en la producción, ya que el número de terneros que se obtenga estará relacionado directamente con la renta y es objetivo de todo ganadero que sus vacas tengan una cría viva cada año (7). Se ha observado que una baja tasa reproductiva y alta mortalidad son las mayores causas de pérdidas económicas en la industria del ganado de carne en zonas tropicales (5, 24, 29, 56).

2.1 Factores que afectan el comportamiento reproductivo en el ganado de carne

El comportamiento reproductivo del ganado de carne puede estar afectado por causas de origen genético, ambiental, nutricional, fisiológico, sanitario y de manejo. Estos factores pueden interferir con la reproducción en lo que se refiere a presentación de celos, ovulación, fecundación, implante, gestación o al momento del parto (3, 11, 24, 30).

2.1.1 Factores genéticos

Solamente una parte del comportamiento reproductivo es debida a la variación genética, como lo indica la baja heredabilidad y repetibilidad de las medidas de fertilidad (11, 21, 23, 28, 48, 66).

Existen diferencias entre las razas y sus cruces con respecto a la fertilidad, sobre todo en la edad a la primera monta, duración de la gestación y mortalidad de terneros (60). En estudios conducidos en Florida (73), se ha observado mayor fertilidad en el ganado europeo que en el Cebú y un valor intermedio para los cruces. En cambio, en Louisiana (63), la raza Hereford y Angus, tuvieron una fertilidad más baja que las

razas Brahman y Brangus; la raza pura tuvo menor porcentaje de concepción que los cruzados con excepción del cruce Shorthorn-Angus.

2.1.2 Factores ambientales

El clima es el principal factor ambiental que puede influir en la producción del ganado. Se ha observado que en zonas templadas se alcanzan mayores porcentajes de fertilidad con menores tasas de mortalidad que en las zonas tropicales (56). La precipitación puede afectar indirectamente la cosecha de terneros, al ser la producción forrajera dependiente de ella sobre todo en explotaciones pastoriles (17, 25).

Los animales expuestos constantemente al calor, sufren disminución de las hormonas de la hipófisis, lo que da por resultado un índice metabólico bajo y menor actividad tiroideoadrenal y gonadotrópica. Si bien, hay animales que se adaptan a esas condiciones, en los no adaptados habrá un efecto depresor del calor sobre la producción y la eficiencia reproductiva (52).

Se ha observado efecto de la estación del año sobre la reproducción del ganado, necesitándose mayor número de servicios por concepción en época de verano; igualmente, la luz y longitud del día pueden incrementar la actividad sexual por su acción sobre la pituitaria (9, 36, 49).

2.1.3 Factores nutricionales

El estado nutricional de las vacas al momento del servicio es un factor que influye sobre la tasa reproductiva. Se ha observado que cuando los niveles nutricionales son adecuados o altos durante la estación de la monta, es menor el número de servicios por concepción y mayor la

tasa de preñez (23, 29, 37, 50, 51, 73, 76, 77), en cambio un nivel por debajo de lo recomendado puede causar inactividad ovarica (29). Se ha observado que vacas mantenidas en pasturas naturales presentan menores porcentajes de nacimientos, en comparación con las que pastorearon en pasturas mejoradas y que tuvieron alimentación suplementaria (42). El comportamiento reproductivo y crecimiento están afectados por fluctuaciones en la calidad y disponibilidad de forraje (9, 21, 23, 30, 42).

En condiciones de baja nutrición, las vacas pueden perder hasta un 15 por ciento de su peso durante la gestación sin que esto afecte su comportamiento reproductivo posterior (57). Esto es válido para condiciones en que el nivel de nutrición posterior al parto es adecuado (38, 39, 57). Un bajo nivel energético o proteico post-parto alarga el intervalo entre partos al demorar la presentación del primer celo (29, 55, 77, 78). Sin embargo, una vez presentado el celo, el nivel nutricional parece ejercer poco efecto sobre la tasa de concepción (39). La razón por la que se observa mejora en el comportamiento reproductivo como consecuencia del alto nivel energético post-parto, es que permite al animal recuperar el peso perdido y alcanzar la condición óptima de servicio, pues se ha observado en razas inglesas que incremento en el peso de servicio, estuvo acompañado por aumento en la fertilidad (68).

El nivel de nutrición durante la última etapa de gestación parece tener un efecto directo sobre el peso al nacimiento (38, 39), aunque en otro trabajo no fue observado dicho efecto (57). En lo que sí hay acuerdo es que la gestación se acorta a niveles bajos de nutrición, pero la menor longitud de gestación no explica completamente la diferencia en el peso

al nacimiento de los terneros. La explicación posible sería que a bajos niveles de nutrición se reduce la provisión de sangre materna al útero y su contenido de nutrientes (39).

Un bajo peso al nacimiento está asociado con baja vitalidad y menor estímulo para mamar (72), lo que redundará en menor peso al destete y menor porcentaje de destetados (38, 39).

Muchas veces el deseo de lograr un rápido crecimiento y partos más tempranos, mediante el uso de dietas altas en energía, puede llevar a excesos de gordura, lo que es detrimental para la reproducción de la novilla. Se ha visto que novillas obesas requieren más servicios por concepción (7), presentan mayor número de abortos (29), mayores dificultades al parto pese a parir terneros menos pesados (13).

La vitamina A y el fósforo son también importantes en la reproducción del ganado (5, 10, 30).

2.1.4 Factores fisiológicos

Bajo condiciones extensivas de crianza de ganado de carne, la reproducción está fuertemente influenciada por la condición corporal del animal en la época del servicio, así, animales con bajos pesos durante el período de monta, pueden tener problemas reproductivos, manifestándose en bajo porcentaje de nacimientos y largos intervalos entre partos (5).

La lactancia tiene un marcado efecto en lo que a tasa de parición se refiere. En Florida (41), se observó 63 por ciento de parición para vacas lactantes y 84 por ciento para vacas no lactantes. En cambio, en Louisiana (63), se obtuvieron resultados diferentes, las vacas secas tuvieron 58,6 por ciento de preñez en comparación con el 83,4 por ciento

de las vacas lactantes y explica que las vacas secas fueron más difíciles de montar.

Al considerar conjuntamente el efecto de raza y estado fisiológico, se observó que vacas Brahman secas tenían una tasa de concepción promedio de 78 por ciento en el siguiente período de servicio, comparado con 48 por ciento para las razas Angus y Hereford (29). Esto indicaría que si las vacas de razas inglesas fallan en el parto la probabilidad de que conciban en el parto siguiente es menor, ocurriendo lo contrario en vacas de la raza Brahman. La lactancia en vacas de primer parto disminuye severamente la fertilidad, lo que puede ser efecto de la lactancia per se, o algún efecto de la lactancia sobre la condición del animal y la ganancia de peso.

La edad de la madre tiene influencia sobre la tasa reproductiva, observándose que novillas servidas muy jóvenes tienen más baja fertilidad en el segundo parto que aquellas que fueron servidas a una edad más avanzada (26, 30). Se ha visto que las vacas a los tres o cuatro años de edad tienen los menores porcentajes de nacimientos alcanzando las tasas más altas a los ocho o nueve años de edad, aunque la presión de selección puede haber afectado los valores en estas vacas viejas. Vacas de más de 10 años declinan rápidamente su fertilidad (49, 58).

En lo que a edad del toro se refiere, no parece tener efecto sobre el porcentaje de nacimientos, pero los toros más viejos perdieron más peso durante la estación de servicio (7).

2.1.5 Factores sanitarios

Es indudable la importancia que tiene la sanidad en toda

explotación de ganado, relacionada con la eficiencia reproductiva, ya que enfermedades tales como la brucelosis, vibriosis, trichomoniasis y leptospirosis van a influir directamente sobre el porcentaje de nacimientos y van a alargar el intervalo entre partos (24, 25). En cambio, pérdidas de terneros debidas a problemas digestivos (diarreas), pulmonares (neumonías y bronquitis), onfalitis y parasitosis, van a influir sobre el porcentaje de terneros destetados (56).

2.1.6 Factores de manejo

El número de toros por vacas expuestas influye sobre el porcentaje de nacimientos. Se ha comparado apareos individuales (un toro con 28 vacas) y apareos colectivos (4 toros o más, con un promedio de 18 vacas por toro), obteniéndose hasta 7 por ciento más terneros en los apareos individuales (7). Otros factores de manejo que pueden influir sobre el porcentaje de terneros nacidos y destetados son la época y duración de la estación de monta, número y extensión de los potreros, topografía y condición de los mismos, tamaño de las vacas y toros, etc. (5, 41). También pueden influir sobre la fertilidad del ganado otros factores como malas formaciones anatómicas, incompatibilidades, insuficiencias hormonales, pero en menor escala (5).

2.2 Parámetros para medir la fertilidad en el ganado de carne

2.2.1 Edad al primer parto

La edad al primer parto se define como el tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta que el animal tiene su primer cría. Existen variaciones en edad al primer parto entre las diferentes razas. Esto

es particularmente importante, ya que determina cuán rápido una vaca entra en su vida productiva. La habilidad para parir temprano se puede considerar una característica deseable y se mejora introduciendo genes de razas europeas al ganado tipo Cebú (70). En la literatura se encuentra gran variación en edad al primer parto en las diferentes partes del mundo; en la India para ganado Cebú, se da un rango de 38 a 55 meses (20, 28, 62, 65, 69). En América Tropical, para diferentes razas Cebú, se publican edades al primer parto de 42 a 43 meses, con un extremo de 71 meses en un hato Brahman registrado (17, 44, 45, 46, 48).

2.2.2 Intervalo entre partos

El intervalo entre partos es el tiempo que transcurre desde que la vaca tiene una cría hasta que viene el siguiente parto. El intervalo entre partos depende del intervalo del parto hasta que la vaca entra al primer celo, del número y longitud de los ciclos estruales y de la longitud de la gestación (13). También influyen factores tales como la alimentación, temperatura ambiente, enfermedades y manejo (6). Existe mucha variación en la literatura en relación con la duración del intervalo entre partos, pero en lo que sí hay acuerdo común, es que el intervalo entre el primer y segundo parto es mayor que el intervalo entre el segundo y tercer parto y al promedio de los siguientes partos (34, 43). En animales de razas europeas se han observado promedios de 13 a 13,5 meses para el intervalo entre partos (48, 49), encontrándose que el primer intervalo fue de 15,4 meses (13). En ganado Cebú, en la India, se encontró que el primer intervalo entre partos varió de 18 a 21 meses y los siguientes intervalos se encuentran dentro de un rango de 14 a 18

meses (1, 4, 34, 61, 62, 66, 69). En ganado Brahman en América Tropical, se encuentran intervalos que van desde los 14 a los 18 meses (43, 44, 45, 46, 58, 59).

2.2.3 Número de servicios por concepción

El número de servicios por concepción puede estar influenciado por la fertilidad del toro y la vaca, la raza, estación del año y manejo de los animales, se ha obtenido un rango que va de 1,2 a 1,8 servicios por concepción en diferentes razas de ganado, requiriendo menor número de servicios por concepción las vacas servidas 60 días después del parto (15, 32, 35, 49). La heredabilidad de número de servicios por concepción es baja, por lo tanto, de poco interés práctico (48).

2.2.4 Porcentaje de nacimientos

El porcentaje de nacimientos es una medida de fertilidad del ganado y viene a ser el número de terneros nacidos por cada 100 vacas expuestas a toro. El porcentaje de nacimientos está influenciado por factores ambientales, nutricionales, genéticos, sanitarios y de manejo (35, 42, 56, 76). En zonas templadas se han alcanzado porcentajes de nacimientos hasta de 94 por ciento, en cambio, en zonas tropicales éste es menor. Para el área centroamericana se da un promedio de 62 por ciento sobre el total de vacas (hembras mayores de 2 años; incluyen ganado lechero) y para Costa Rica un promedio de 68 por ciento de nacimientos (56). Este porcentaje de 62 para el área centroamericana, como promedio resulta alto para una región donde las explotaciones son extensivas y donde existe una prolongada estación seca que retrasa la maduración del ganado para la

reproducción y dificulta la regularidad de las concepciones (35). Vacas mantenidas en pasturas naturales tuvieron menor porcentaje de nacimientos que las mantenidas en pasturas mejoradas y con alimentación suplementaria (42). Las vacas de raza pura tienen más baja natalidad que los cruces (8, 32, 33, 64).

En la literatura mundial, se dan porcentajes de nacimientos que varían en un rango de 31 a 89 por ciento (1, 24, 27, 43, 44, 54, 62, 63, 64).

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en cinco fincas ganaderas en Costa Rica, usando datos de reproducción de 5.356 vacas con un total de 17.015 observaciones. Para la recolección de la información se consideró dos zonas: Zona del Atlántico, que tiene una distribución de lluvias más o menos uniforme durante todo el año, clasificada como bosque muy húmedo tropical pre-montano, y Zona del Pacífico con un período de sequía de más o menos seis meses, clasificada como bosque seco tropical, transición a pre-húmedo (71).

En la Zona del Atlántico se trabajó con datos de 968 vacas con 3.431 observaciones y en la Zona del Pacífico se usaron datos de 4.388 vacas con 13.581 observaciones.

Para el análisis, cada grupo racial dentro de las fincas se consideró como un hato diferente, trabajándose con un total de nueve hatos.

3.1 Número de animales y observaciones

El número de animales y observaciones estudiados por hatos, se dan en el Cuadro 1.

3.2 Recolección de la información

3.2.1 Finca CATIE

En la finca del CATIE se trabajó con 658 animales con 2.139 observaciones. El hato Criollo consiste de las vacas criollas que fueron desechadas del hato lechero por baja producción y pasaron al hato de carne, las vacas criollas de carne y las vacas Romo Sinuano. En total fueron 237 vacas de las cuales 114 fueron del grupo Criollo Turrialba y 123

Cuadro 1. Número de animales y observaciones por hatos.

Hatos	Razas*	Número de animales	Número de observaciones
1. CATIE	B	114	455
2. CATIE	C	237	872
3. CATIE	H	207	457
4. CATIE	G	100	355
5. Diamantes	E	310	1.292
6. Chomes	B	279	990
7. Pelón Bajura	B	201	740
8. Pelón Bajura	E	3.550	10.072
9. El Real	B	358	1.782

*B = Brahman E = Encastado Brahman G = Santa Gertrudis
 C = Criollo H = Híbrido

Romo Sinuano. En el hato denominado Híbrido, se reunieron los siguientes grupos raciales:

Padre	Cruce	Madre	Número de Animales
Brahman	x	Criollo	22
Criollo	x	Brahman	34
Brahman	x	Santa Gertrudis	35
Santa Gertrudis	x	Brahman	26
Criollo	x	Santa Gertrudis	23
Santa Gertrudis	x	Criollo	29
Charolais	x	Brahman-Santa Gertrudis	38

Los hatos Brahman y Santa Gertrudis fueron de raza pura. Para el porcentaje de nacimientos y destetes se consideraron los apareos comprendidos entre los años de 1960 a 1972 en el hato Brahman, de 1961 a 1972 en el hato Santa Gertrudis, de 1962 a 1972 en el hato Criollo, y de 1968 a 1972 en el hato Híbrido. No se tomaron en cuenta apareos de años anteriores por haber pocos animales. Para edad al primer parto, intervalo entre partos y estado reproductivo previo al parto siguiente, se consideraron todos los datos existentes, igual criterio se tuvo para con los demás hatos estudiados.

3.2.2 Finca Los Diamantes

En la finca Los Diamantes, se trabajó con 310 animales y 1.292 observaciones. El ganado en su mayoría fue Encastado Brahman, algunos fueron de la raza Brahman puro y otros tuvieron sangre Charolais.

Para el porcentaje de nacimientos se consideraron los apareos comprendidos entre los años de 1965 a 1972, no tomándose en cuenta apareos de los años anteriores por el número reducido de animales. Las dos fincas anteriores son estaciones experimentales, pero el manejo de los animales es similar a las fincas comerciales estudiadas.

3.2.3 Finca Chomes

En la finca Chomes se trabajó con 279 vacas de la raza Brahman puro. Para el porcentaje de nacimientos se consideraron los apareos comprendidos entre los años de 1966 a 1972, no tomándose en cuenta años anteriores por el reducido número de animales.

3.2.4 Finca El Pelón de la Bajura

En la finca El Pelón de la Bajura se trabajó con 3.751 vacas y 10.812 observaciones, de las cuales 201 vacas eran de la raza Brahman y 3.550 Encastado Brahman.

Para el porcentaje de nacimientos y destetes se consideraron los apareos de los años comprendidos entre 1966 a 1972, no tomándose en cuenta años anteriores por haber muy pocos animales.

3.2.5 Finca El Real

En la finca El Real se trabajó con 358 vacas de la raza Brahman puro y 1.782 observaciones. Para el porcentaje de nacimientos y destete se consideraron los apareos comprendidos entre los años de 1960 a 1972, no tomándose en cuenta años anteriores por haber muy pocos animales.

3.3 Levantamiento de datos

3.3.1 Edad al primer parto

Este parámetro se estimó en meses, teniéndose en cuenta el mes y año de nacimiento de la vaca y el mes y el año del primer parto. El número de edades al primer parto estudiados por hatos y zonas se dan en el Cuadro 2.

3.3.2 Intervalo entre partos

El intervalo entre partos se calculó en meses. En el Cuadro 3 se muestran los intervalos del primero al séptimo o más, por hatos y zonas.

Cuadro 2. Número de edades al primer parto observados por hatos y zonas.

Hatos	Razas*	Número de observaciones
1. CATIE	B	97
2. CATIE	C	125
3. CATIE	H	170
4. CATIE	G	92
5. Diamantes	E	306
ZONA ATLANTICA		790
6. Chomes	B	230
7. Pelón Bajura	B	196
8. Pelón Bajura	E	3.000
9. El Real	B	350
ZONA PACIFICA		3.776
Total		4.566

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

Cuadro 3. Número de intervalos estudiados del 1° al 7° o más, por hatos y zonas.

Hatos	Razas*	Intervalos							Suma
		1	2	3	4	5	6	7 o más	
1. CATIE	B	61	47	40	32	25	22	49	276
2. CATIE	C	84	75	78	66	53	43	63	462
3. CATIE	H	67	40	35	22	13	5	3	185
4. CATIE	G	66	49	30	27	23	18	36	249
5. Diamantes	E	226	181	152	113	52	31	16	771
ZONA ATLANTICA		504	392	335	260	166	119	167	1943
6. Chomes	B	146	101	77	50	32	13	7	426
7. Pelón Bajura	B	157	107	71	48	34	21	6	444
8. Pelón Bajura	E	1828	1082	698	380	147	25	4	4164
9. El Real	B	276	214	167	132	107	85	140	1121
ZONA PACIFICA		2407	1504	1013	510	320	144	157	6155
Total		2911	1896	1348	870	486	263	324	8098

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

3.3.3 Número de vacas expuestas a toro y número de terneros nacidos y destetados

En el Cuadro 4 se da el número de vacas que se expusieron a toro, número de terneros nacidos y destetados, por hatos y zonas.

Cuadro 4. Número de vacas expuestas a toro, número de terneros nacidos y destetados, por hatos y zonas.

Hatos	Razas*	Vacas expuestas a toro	Terneros nacidos	Terneros destetados
1. CATIE	B	455	323	309
2. CATIE	C	872	619	596
3. CATIE	H	457	309	307
4. CATIE	G	355	223	209
5. Diamantes	E	1292	1055	1031
ZONA ATLANTICA		3431	2529	2452
6. Chomes	B	990	636	619
7. Pelón Bajura	B	740	591	584
8. Pelón Bajura	E	10072	7078	6889
9. El Real	B	1782	1403	1336
ZONA PACIFICA		13584	9708	9428
Total		17015	12237	11880

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

3.3.4 Número de vacas lactantes y secas

El número de vacas lactantes y secas que se estudió su comportamiento reproductivo posterior está dado en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Vacas lactantes y secas, por hatos y zonas.

Hatos	Razas*	Vacas lactantes	Vacas secas
1. CATIE	B	334	218
2. CATIE	C	566	261
3. CATIE	H	247	315
4. CATIE	G	289	218
5. Diamantes	E	837	524
ZONA ATLANTICA		2.273	1.536
6. Chomes	B	500	535
7. Pelón Bajura	B	479	322
8. Pelón Bajura	E	4.859	5.325
9. El Real	B	1.209	664
ZONA PACIFICA		7.047	6.846
Total		9.320	8.382

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

3.4 Análisis Estadístico

Los datos de edad al primer parto, intervalos entre partos y porcentaje de nacimientos, fueron analizados en un diseño jerárquico, con desigual número de observaciones dentro de cada clase, de acuerdo con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + Z_i + H_j(i) + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = cualquier observación

μ = promedio general

Z_i = efecto de la zona "i"

$H_j(i)$ = efecto del hato "j" dentro de la zona "i"

E_{ijk} = error

Para medir los efectos del estado fisiológico sobre el porcentaje de nacimientos, tanto por hatos como por zonas, se hicieron análisis de variancia independientes en un diseño irrestrictamente al azar, de acuerdo con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = cualquier observación

μ = promedio general

F_i = efecto del estado fisiológico

E_{ij} = error

En los dos modelos anteriores se compararon promedios de los diferentes efectos por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan (67).

3.5 Índice de Eficiencia Reproductiva del hato

El Índice de Eficiencia Reproductiva del hato (IR), se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{17,4 - (0,8 (Y_o - Y_n) + 0,2 (X_o - X_n))}{17,4} \quad (1)$$

donde:

IR = Índice de eficiencia reproductiva del hato

Y_o = intervalo entre partos observado

Y_n = intervalo entre partos fijado como patrón de comparación (14 meses), en base a un 85% de nacimientos

X_o = edad al primer parto observada

X_n = edad al primer parto fijada como patrón de comparación (31 meses), en base a un 85% de nacimientos

0,8 = proporción de vacas expuestas a toro en el hato

0,2 = proporción de novillas expuestas a toro en el hato

17,4 = constante

calculada en base a: $0,8 (Y_n) + 0,2 (X_n)$

Para comparar la eficiencia reproductiva se fijó como patrón de comparación 85 por ciento de nacimientos. Se calculó el intervalo entre partos y la edad al primer parto considerando como ideales 12 y 27 meses, respectivamente. Con base en los valores propuestos, el intervalo entre partos resultó de 14 meses y la edad al primer parto de 31 meses.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Edad al primer parto

En el Cuadro 6, se muestran las edades promedio al primer parto con sus respectivas desviaciones estándar y el número de observaciones estudiadas. Como se puede observar, existen diferencias en edad al primer parto entre la Zona del Atlántico y la del Pacífico (38 y 48 meses, respectivamente). Estas diferencias en edad al primer parto se deben posiblemente a diferencias en la disponibilidad de forraje existente entre las zonas. En la Zona del Atlántico la etapa de menor crecimiento es más o menos cuatro meses, alcanzando en esta época aproximadamente el 30 por ciento del máximo crecimiento; mientras que en la Zona del Pacífico la duración de la escasez es más o menos seis meses y el crecimiento del pasto se reduce al mínimo (19). Esta etapa de menor disponibilidad de forraje hará que los animales retarden su maduración para la reproducción y, por lo tanto, atrasan su edad al primer parto (34). Si comparamos estas edades al primer parto con las obtenidas en las zonas templadas donde las vaquillas obtienen su primer parto a los dos años, las diferencias son más marcadas. La menor edad al primer parto en las zonas templadas puede ser efecto de factores raciales, nutricionales y manejo (56).

Se observa en el Cuadro 6 que la variación entre hatos y dentro de hatos en la Zona del Atlántico es menor que en la del Pacífico. Esto se debería a que en el Atlántico hay una disponibilidad de forraje más uniforme durante todo el año y a que ambas fincas estudiadas son Estaciones Experimentales, en las que se siguen normas técnicas semejantes.

Cuadro 6. Edad promedio al primer parto en meses, para hatos y zonas.

Hatos	Razas ^{a/}	Edad al primer parto (meses)	Desviación estándar	Número de observaciones
1. CATIE	B	39 ^{d*}	12	97
2. CATIE	C	37 ^f	5	125
3. CATIE	H	37 ^f	5	170
4. CATIE	G	39 ^d	6	92
5. Diamantes	E	38 ^e	7	316
PROMEDIO ZONA ATLANTICA		38	7	790
6. Chomes	B	44 ^c	17	230
7. Pelón Bajura	B	45 ^b	13	196
8. Pelón Bajura	E	50 ^a	12	3000
9. El Real	B	39 ^d	18	350
PROMEDIO ZONA PACIFICA		48	13	3776
Promedio General		47	13	4566

^{a/} B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

* Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

El análisis de variancia para edad al primer parto, por zonas y hatos, se da en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de variancia para edad al primer parto.

F. V.	G. L.	C. M.
Zonas	1	58.800,00*
Hatos/zonas	7	6.162,14**
Animales/hatos/zonas	4.569	101,64
Total	4.577	

* Significativo $P \leq 0,05$.

** Altamente significativo $P \leq 0,01$.

La edad al primer parto entre zonas mostró tener diferencia significativa ($P \leq 0,05$). La diferencia de 10 meses observada (Cuadro 6), es importante desde el punto de vista práctico, ya que el ganadero tendrá que mantener sus animales casi un año más antes de que tengan su primera cría con el consiguiente mayor costo.

Las diferencias en edad al primer parto entre hatos dentro de zonas fueron significativas ($P \leq 0,01$). La edad al primer parto varió en un rango de 37 a 50 meses. El rango de edad al primer parto en la Zona del Atlántico fue de 37 a 39 meses menores en contraste a la Zona del Pacífico en que el rango fue de 39 a 50 meses.

La edad promedio general al primer parto de 47 ± 13 meses, observada en este trabajo, está dentro del rango 42 a 49 meses encontrado

en otras investigaciones realizadas con ganado Cebú (16, 28, 43, 44, 45, 62, 69), pero es menor a la encontrada en otros trabajos realizados en la India y Venezuela (59, 65).

Las diferencias en edad al primer parto observadas dentro de una misma finca, hacen pensar en la importancia de la raza; así, en la finca del CATIE, en la que se trabajó con cuatro grupos raciales y donde las condiciones de manejo y alimentación fueron similares para todos los grupos, los hatos Híbrido y Criollo resultaron ser los más precoces (37 meses), y de más lenta maduración fueron los Brahman y Santa Gertrudis (39 meses). En la finca El Pelón de la Bajura, las diferencias entre el ganado Encastado Brahman y el Brahman puro se deberían más bien a que el ganado Brahman recibe una mejor alimentación y manejo.

4.2 Intervalo entre partos

Se estudiaron los intervalos entre partos hasta un máximo de siete (en el séptimo intervalo se incluyeron el intervalo siete y los restantes) para los distintos hatos y zonas incluidas en este trabajo. Los promedios se presentan en el Cuadro 8.

Nótese que en promedio, el intervalo entre partos para la Zona del Pacífico, fue mayor en un mes a la Zona del Atlántico, lo que significaría que las vacas producirían una cría menos durante toda su vida productiva de 8 a 10 años (56). La variación de intervalo entre partos en hatos de la Zona del Pacífico fue mayor. La razón de la diferencia entre zonas y la variación dentro de zonas es la misma que la indicada para la edad al primer parto. Cuando se consideran los promedios para los diferentes intervalos se observa que el intervalo entre el primer y segundo parto fueron

Cuadro 6. Intervalo entre partos y promedio para hatos y zonas.

Hatos	Razas*	INTERVALOS							Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	
1. CATIE	B	17	15	15	15	13	13	13	15 ^{C**}
2. CATIE	C	15	14	13	14	14	13	15	14 ^d
3. CATIE	H	17	14	15	13	14	12	13	15 ^C
4. CATIE	G	18	15	14	14	13	14	15	15 ^C
5. Diamantes	E	16	14	15	14	14	13	13	15 ^C
PROMEDIO ZONA ATLANTICA		16	14	16	14	14	13	14	15
6. Chomes	B	17	15	15	16	17	14	14	16 ^b
7. Pelón Bajura	B	16	14	14	14	15	16	14	15 ^C
8. Pelón Bajura	E	18	17	17	15	14	13	13	17 ^a
9. El Real	B	16	15	14	15	15	15	15	15 ^C
PROMEDIO ZONA PACIFICA		17	16	16	15	15	15	14	16
Promedio General		17	16	16	15	14	14	14	16

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

** Prueba de Duncan ($P < 0,05$)

superior a los restantes y que hubo una tendencia a reducir la longitud del intervalo del segundo parto en adelante (26, 29). La mayor longitud del intervalo entre el primer y segundo parto respecto a los siguientes intervalos indican que las vaquillas de primer parto necesitan mayor tiempo de recuperación y tienen mayor dificultad para concebir su segunda cría. Estos animales tienen mayores requerimientos nutricionales ya que deben satisfacer necesidades de crecimiento, lactancia y mantenimiento, y por consiguiente, existe un mayor número de fallas en la preñez que contribuyen a un primer intervalo mayor^{a/}.

Dentro de hatos se observan algunas tendencias anotadas para los promedios generales. Es de resaltar en el hato 2 que en el séptimo intervalo hay un incremento marcado, que podría deberse a que se incluye en este intervalo vacas de siete o más partos que no estuvieron sometidas a un descarte riguroso por problemas reproductivos. En cambio en otros hatos hubieron vacas de más de siete partos que posiblemente fueron mantenidas hasta esa edad por sus cualidades de buenas reproductoras. El promedio general de intervalo entre partos encontrado en el presente trabajo (16 ± 6 meses) está dentro del rango de valores publicados en la literatura con ganado Cebú en zonas tropicales (4, 45, 46) y es más largo que el observado en zonas templadas con ganado europeo (48, 49).

El análisis de variancia para el efecto de zonas, y hatos sobre el intervalo entre partos está presentado en el Cuadro 9, donde se puede

^{a/} Oviedo, Marco A. Comunicación personal.

Cuadro 9. Análisis de variancia para intervalos entre partos.

F. V.	G. L.	C. M.
Zonas	1	4.124,00*
Hatos/zonas	7	702,57**
Animales/hatos/zonas	8.064	30,63
Total	8.072	

* Significativo $P \leq 0,05$

** Altamente significativo $P \leq 0,01$

observar que las zonas y los hatos tuvieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$ y $0,01$, respectivamente), sobre la longitud de los intervalos. La prueba de rango múltiple de Duncan indicó que no habían diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre los hatos 1, 3, 4, 5, 7 y 9.

Las diferencias entre los hatos 1 y 2 podrían ser indicativas de diferencias raciales en cuanto son comparaciones dentro de una misma finca (CATIE). Las diferencias existentes entre los hatos 6, 7 y 9 serían reflejo de diferencias en la alimentación y manejo entre diferentes fincas al ser animales del mismo grupo racial (Brahman).

4.3 Porcentaje de nacimientos y destete

En el Cuadro 10 se muestran los porcentajes de nacimientos y destete, por hatos y zonas.

Cuadro 10. Porcentaje de nacimientos y destete, por hatos y zonas.

Hatos	Razas*	Años de apareo	Porcentaje nacimientos	Porcentaje destete	Mortalidad
1. CATIE	B	1960-1972	71,0 ^{b**}	67,9	3,0
2. CATIE	C	1962-1972	71,0 ^b	68,3	3,0
3. CATIE	H	1968-1972	67,6 ^{c, d}	67,2	0,0
4. CATIE	G	1961-1972	62,8 ^d	58,9	4,0
5. Diamantes	E	1965-1972	81,7 ^a	79,8	2,0
PROMEDIO ZONA ATLANTICA			73,7	71,5	3,0
6. Chomes	B	1966-1972	64,2 ^b	62,5	2,0
7. Pelón Bajura	B	1966-1972	79,7 ^a	78,9	1,0
8. Pelón Bajura	E	1966-1972	70,3 ^{b, c}	68,4	2,0
9. El Real	B	1960-1972	78,7 ^a	75,0	4,0
PROMEDIO ZONA PACIFICA			71,5	69,4	3,0
Promedio General			71,9	69,8	3,0

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

** Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Se observa que no hay diferencias notorias al comparar los promedios de porcentaje de nacidos y destete entre zonas, pero sí entre hatos dentro de zonas. En el análisis de variancia (Cuadro 11), se ve que las diferencias para el porcentaje de nacimientos entre zonas no fueron

significativas, pero sí entre los hatos dentro de zonas ($P \leq 0,05$).

No se realizó análisis de variancia con los porcentajes de destete y la mortalidad del nacimiento al destete, por cuanto la información disponible solamente era confiable para los hatos de la Zona Atlántica, en donde las fincas estudiadas son Estaciones Experimentales que tienen información más detallada que las fincas comerciales del Pacífico.

Cuadro 11. Análisis de variancia para porcentaje de nacimientos.

F. V.	G. L.	C. M.
Zonas	1	294,00 NS
Hatos/zonas	7	414,14*
Animales/hatos/zonas	64	148,72
Total	82	

NS = No significativo

* Significativo $P \leq 0,05$

El hecho que no existan diferencias significativas en los porcentajes de nacimientos entre zonas aparentemente no reflejan las diferencias en disponibilidad de forraje que afectan la edad al primer parto y los intervalos entre partos, ya que en las fincas estudiadas de la Zona Atlántica la monta es estacional, en cambio en el Pacífico la monta es continua. En monta continua los animales tienen mayor oportunidad de lograr preñez.

El porcentaje de nacimientos de 81,7 observado en el hato 5 es relativamente alto para zonas tropicales (26, 54, 56), y está por encima de los hatos 1, 2, 3 y 4, pudiendo deberse a que durante los últimos años en la finca del CATIE, se ha venido utilizando intensivamente inseminación artificial durante el primer período de la estación de servicio con los consiguientes problemas de manejo tales como dificultad en la detección del celo, corta duración del mismo que se presentan en el ganado Cebú (53). Esto podría afectar los resultados.

En la Zona del Pacífico los mayores porcentajes de nacimientos obtenidos para los hatos 7 y 9 pueden explicarse por el manejo preferencial dado a los animales en estos hatos, pues el primero es un hato Brahman puro productor de machos para reproducción de la finca y el segundo dedicado a la venta de reproductores.

Los porcentajes de destete siguen la misma tendencia que el porcentaje de nacimientos, y los porcentajes de mortalidad observados en este trabajo son relativamente bajos (56, 70). Sin embargo, cualquier comparación pierde validez por las dificultades en la obtención de la información antes discutida.

4.4 Estado fisiológico previo y porcentaje de nacimientos

En el Cuadro 12 se muestra el porcentaje de nacimientos para las zonas y hatos considerados, según su estado fisiológico previo.

Se observa que en todos los hatos, excepto en el hato 6, las vacas secas tuvieron mayor porcentaje de parición que las lactantes. Es explicable que el hato 6 constituye una excepción debido a que en este hato no se eliminan las vacas con fallas reproductivas, por considerarlas de alto valor genético.

Cuadro 12. Vacas lactantes y secas y porcentaje de nacimientos.

Hatos	Razas*	Vacas lactantes parieron %	Vacas secas parieron %
1. CATIE	B	68,9	76,1
2. CATIE	C	67,7	78,7
3. CATIE	H	66,8	71,8
4. CATIE	G	61,6	75,2
5. Diamantes	E	81,1	82,8
PROMEDIO ZONA ATLANTICA		72,2	76,8
6. Chomes	B	70,6	60,2
7. Pelón Bajura	B	73,1	90,7
8. Pelón Bajura	E	57,7	82,2
9. El Real	B	71,1	92,8
PROMEDIO ZONA PACIFICA		62,0	81,9
Promedio General		64,5	78,6

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado Brahman

Cuando se consideraron los promedios generales se observó que habían diferencias significativas ($P < 0,05$) entre estados fisiológicos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de variancia para estado fisiológico previo y porcentaje de nacimientos.

F. V.	G. L.	C. M.
Estado fisiológico	1	475,35*
Error	16	72,02
Total	17	

* Significativo $P \leq 0,05$

La diferencia en el porcentaje de parición debida al estado fisiológico (14,1%) observada en el presente estudio corrobora lo encontrado por otros investigadores (31, 42). Esta diferencia podría deberse al efecto inhibitor de la lactancia per se o algún efecto indirecto por su relación con la condición del animal y la ganancia de peso (67) o a efectos de índole etológica.

4.5 Índice de Eficiencia Reproductiva del hato

Debido a que no es del todo válida la evaluación de los hatos considerando los parámetros reproductivos independientemente, se ha propuesto el Índice de Eficiencia Reproductiva del hato (IR), en el que se consideran la edad al primer parto y el intervalo entre partos y de manera indirecta el porcentaje de nacimientos. De cumplirse los valores fijados como patrón de comparación (14 meses de intervalo entre partos y 31 meses de edad al primer parto) el valor de IR sería igual a 1,0. Al estimar la edad al

primer parto y el intervalo entre partos en base a los porcentajes de nacimientos observados en los diferentes hatos, se vio que no coinciden con los valores observados de edad al primer parto e intervalo entre partos que se dan en el Cuadro 14. Estas discrepancias pueden ser debidas al rigor con que se han eliminado después de la estación de monta las vacas con problemas reproductivas. Asimismo, el que se hayan eliminado vaquillas que fallaron en concebir por primera vez y el que se haya mantenido vacas estériles en el hato han determinado diferencias entre el intervalo entre partos y edad al primer parto estimadas y observadas. Además, para el cálculo del IR se considera constante la proporción de vacas y vaquillas, lo que no es necesariamente cierto en todos los hatos.

En el Cuadro 14 se presentan la edad al primer parto, intervalo entre partos, meses perdidos en la vida reproductiva de la vaca y el IR para zonas y hatos.

Se puede observar en este cuadro que al considerar el promedio general de los hatos estudiados la edad al primer parto y el intervalo entre partos son más largos que los patrones de 14 meses de intervalo entre partos y 31 meses de edad al primer parto fijados para el ganado de carne en zonas tropicales. Esto se debe a una pérdida de 4,6 meses por ternero obtenido, lo que representaría la pérdida de una gestación por cada dos partos.

Al comparar los promedios de zonas se ve que la Zona Atlántica muestra un IR más alto que la Zona del Pacífico. Las vaquillas en la Zona del Atlántico parieron más tempranamente (38 vs. 48 meses) y tuvieron un intervalo entre partos más corto que el de la Zona del Pacífico (15 vs. 16 meses). Al considerarse los meses perdidos se ve que en la Zona del Pacífico

Cuadro 14. Parámetros reproductivos, meses perdidos e índice de eficiencia reproductiva, por hatos y zonas.

Hatos	Razas*	Edad primer parto	Intervalos entre partos	Meses perdidos	IR
1. CATIE	B	39(4)	15(2)	2,4	0,86(4)
2. CATIE	C	37(1)	14(1)	1,2	0,93(1)
3. CATIE	H	37(1)	15(2)	2,0	0,89(2)
4. CATIE	G	39(4)	15(2)	2,4	0,86(4)
5. Diamantes	E	38(3)	15(2)	2,2	0,87(3)
PROMEDIO ZONA ATLANTICA		38	15	2,2	0,87
6. Chomes	B	44(7)	16(8)	4,2	0,76(8)
7. Pelón Bajura	B	45(8)	15(2)	3,6	0,79(7)
8. Pelón Bajura	E	50(9)	17(9)	6,2	0,64(9)
9. El Real	B	39(4)	15(2)	2,4	0,86(4)
PROMEDIO ZONA PACIFICA		48	16	4,8	0,72
Promedio General		46	16	4,6	0,74

* B = Brahman

H = Híbrido

C = Criollo

G = Santa Gertrudis

E = Encastado

se perdió más del doble de tiempo en la obtención de un ternero, que en la Zona del Atlántico (4,6 vs. 2,2 meses), lo que va a significar un mayor gasto en la alimentación, sanidad, manejo y costo del capital invertido o un

menor ingreso al obtenerse menos terneros en la vida productiva de las vacas. La diferencia entre zonas puede estar asociada con la diferente disponibilidad de forraje (19) que va a determinar el nivel de alimentación de los animales, diferente manejo y sanidad.

Si se consideran los hatos individualmente se observa que el valor de IR varía en un rango de 0,64 a 0,93 correspondientes a los hatos 8 y 2, respectivamente. El hato 8 tuvo el más largo intervalo entre partos y la mayor edad al primer parto, ocurriendo lo contrario en el hato 2. Las diferencias anotadas se reflejan en los meses perdidos ya que en el hato 8 el tiempo perdido es cinco veces mayor que en el hato 2 (6,2 vs. 1,2 meses).

El hecho de que los hatos no se hayan ordenado de igual forma en la edad al primer parto y la longitud de intervalo entre partos, justifica el que se use un índice como el IR para fines comparativos de la eficiencia reproductiva entre hatos y zonas. Inclusive permitiría hacer comparaciones entre años dentro de un mismo hato para ver la evolución del estado reproductivo del hato. Las diferencias en IR son de importancia económica, en cuanto menores valores de IR van a determinar mayores gastos y menores ingresos en los hatos de cría.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio se realizó en dos zonas ganaderas de Costa Rica, usando datos de reproducción de 5.356 vacas con un total de 17.015 observaciones. En la Zona Atlántica se trabajó con datos de 968 vacas y 3.431 observaciones, en dos fincas con cinco hatos (cada grupo racial se consideró como hato dentro de las fincas). En la Zona del Pacífico Seco se trabajó con datos de 4.388 vacas y 13.584 observaciones, en tres fincas con cuatro hatos. Los parámetros estudiados fueron: edad al primer parto, intervalo entre partos y porcentaje de nacimientos y destetes. Asimismo, se estudió el efecto del estado fisiológico previo sobre el porcentaje de nacimientos.

Para la edad al primer parto se trabajó con un total de 4.566 observaciones, obteniéndose un promedio de 47 ± 13 meses, correspondiendo a la Zona Atlántica 790 observaciones con un promedio de 38 ± 7 meses y a la Zona del Pacífico Seco 3.776 observaciones con un promedio de 48 ± 13 meses. Para el intervalo entre partos se trabajó con un total de 8.098 observaciones, obteniéndose un promedio de 16 ± 6 meses, correspondiendo a la Zona Atlántica 1.943 observaciones con un promedio de 15 ± 5 meses y a la Zona del Pacífico 6.155 intervalos con un promedio de 16 ± 6 meses. En ambos parámetros las diferencias entre zonas fueron significativas ($P \leq 0,05$) y entre hatos altamente significativas ($P \leq 0,01$).

Se calculó el porcentaje de nacimientos para los apareos de los años 1960 a 1972, no teniéndose información de todos los años en los diferentes hatos. El promedio general de porcentaje de nacimientos fue 71,9, correspondiendo a la Zona Atlántica 73,7, y a la del Pacífico 71,5.

No se encontró diferencias significativas entre zonas, pero sí entre hatos ($P \leq 0,05$).

Respecto al efecto del estado fisiológico, las vacas secas tuvieron 78,6 por ciento de nacimientos y las lactantes 64,5 por ciento ($P \leq 0,05$).

Al integrar los parámetros edad al primer parto e intervalo entre partos en el Índice de Eficiencia Reproductiva del hato (IR máximo de acuerdo a metas fijadas = 1,0), el promedio general obtenido fue 0,74, correspondiendo a la Zona del Atlántico 0,87 y 0,72 al Pacífico Seco. De los hatos considerados, los mejores valores de IR se alcanzaron en los hatos Criollo e Híbrido. (0,93 y 0,89, respectivamente).

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. No existen registros en todas las fincas ganaderas, en consecuencia, la información utilizada en este estudio proviene de fincas consideradas con un nivel tecnológico superior al promedio. Esto podría ocasionar un sesgo en los resultados obtenidos.
2. La eficiencia reproductiva de los hatos puede ser mejorada al introducir ganado Criollo o cruzamientos de la población actual con razas europeas.
3. El intervalo entre partos y la edad al primer parto requieren ser mejorados para aumentar la eficiencia reproductiva del hato. Sin embargo, se requiere investigar los factores que más inciden sobre estos parámetros.

5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The present study was carried out in two Costa Rican livestock areas, using 17,015 reproduction records of 5,356 cows. In the Atlantic Zone the data included 968 cows with 3,431 observations, from two farms with five herds (each breed group was considered as a herd). In the Dry-Pacific Zone 4,388 cows with 13,584 observations, in three farms with four herds were considered. The parameters studied were: age at first calving, calving interval, and percentages of calves born and weaned.

Age at first calving, with 4,566 records averaged 47 ± 13 months. The averages and standard deviations for the Atlantic and Dry-Pacific Zones were 38 ± 7 and 48 ± 13 months, for 790 and 3,776 observations, respectively. Calving intervals from 8,098 records averaged 16 ± 6 months. In the Atlantic Zone and Dry-Pacific Zone calving intervals averaged 15 ± 5 and 16 ± 6 months, for 1,943 and 6,156 observations, respectively. In both parameters, differences between zones were significant ($P \leq 0.05$) and between herds highly significant ($P \leq 0.01$).

Percentage of calves born were calculated in all the herds for all the years, with records available during the period 1960 to 1972. Calf-crop percentages averaged 71.9, 73.7 and 71.5 for the total, Atlantic and Dry-Pacific Zones, respectively. There were non-significant differences between zones, but not between herds ($P \leq 0.05$).

A comparison was made between cows lactating vs. dry in respect to their subsequent calving percentage with averages of 64.5 and 78.6, respectively ($P \leq 0.05$).

When first calving age and calving interval were integrated into

a Herd Reproductive Efficiency Index (maximum RI in relation to fixed goals = 1.0), the general average obtained was 0.74, with 0.87 and 0.72 for the Atlantic and Dry-Pacific Zones, respectively. The highest indices of RI were the Criollo and crossbred herds (0.93 and 0.89, respectively).

It was concluded:

1. As most farms have no records, the information utilized in this study comes from farms which can be considered to have an above average technological level and therefore may cause biased results.
2. Herd reproductive efficiency would be improved using Criollo cattle or crosses of the existing population with European breeds.
3. Calving intervals and first calving age must be improved to increase herd reproductive efficiency. However, investigations on specific limiting factors affecting these parameters are required.

6. LITERATURA CITADA

1. AGARWAL, S. P., MEMO, G. N. y BUCH, N. C. Some aspects of reproductive performance in Kankrej cows. *Indian Journal of Animal Science* 41(8):631-635. 1971.
2. ALBA, J. de y MUÑOZ, H. Evaluación de los hatos del Departamento de Zootecnia del IICA. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1965. p. irr.
3. ALEXANDER, G. I., et al. Studies on factors in beef cattle production in a subtropical environment. I. Birth Weight. *Queensland Journal of Agricultural Science* 17(1):123-134. 1960.
4. AMBLE, V. N., KRISHNAN, K. S. y SONI, P. N. Age at first calving and calving interval for some Indian herds of cattle. *Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry* 28(1):83-92. 1958.
5. ANDREWS, L. G. The major non-infections causes of reproductive wastage in beef cattle in the Northern Territory. *Australian Veterinary Journal* 48(1):41-46. 1972.
6. ARNETT, D. W., HOLLAND, G. Z. y TOTUSEK, R. Some effects of obesity in beef females. *Journal of Animal Science* 33(5):1129-1136. 1971.
7. BAKER, A. L. y QUEENSBERRY, J. R. Fertility of range beef cattle. *Journal of Animal Science* 3(1):78-87. 1944.
8. BERNARD, C. S., FAHMY, M. H. y LALANDE, G. The influence of age at first calving and winter feeding management as yearlings on calf production from beef Shorthorn cows. *Animal Production* 17(1):53-58. 1973.
9. BEWG, W. P., PLASTO, A. W. y DALY, J. J. Studies on reproductive performance of beef cattle in a subtropical environment. I. Conception rate, length of oestrus cycle and length of gestation. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Science* 26(4):629-637. 1969.
10. BLACK, W. H. et al. Effects of phosphorus supplements on cattle grazing on range deficient in this mineral. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 856. 1943. 23 p.
11. BOGART, R. Crianza y mejora del ganado de carne. México, Herrero, 1966. 458 p.

12. BOND, J. y WILTBANK, J. N. Effect of energy and protein on oestrus to conception of beef females. *Journal of Animal Science* 30(2): 438-444. 1970.
13. BROWN, L. O. et al. An analysis of the components of variance in calving intervals in a range herd of beef cattle. *Journal of Animal Science* 13(2):511-516. 1954.
14. CARDONA, C. C. Efecto de la edad de destete sobre el comportamiento reproductivo de ganado de carne. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 55 p.
15. CARMONA, S. y MUÑOZ, H. Intervalo entre partos y número de servicios por preñez en vacas Criollas, Jersey y encastado Suizo en clima tropical húmedo. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria (México)* 1:7-9. 1971.
16. CARNEIRO, G. G., BROWN, P. P. y MEMORIA, J. M. P. Taxas de reprodução en Zebus. *Revista dos Criadores (Brasil)* 27(315):24. 1956.
17. CHURCHWARD, R. E. Some observations on reproductive performance of beef cattle in North West Queensland. *Australian Veterinary Journal* 41(11):352-355. 1965.
18. COSTA RICA. SERVICIO METEOROLÓGICO. Anuario meteorológico, 1970. San José, 1971. 175 p.
19. CUBILLOS, G., VOHNOUT, K. y JIMENEZ, C. Sistemas intensivos de alimentación a pastoreo. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 19 p. Presentado en el "Seminario sobre Producción de Carne", Cali, Colombia, 1974.
20. DASS, S. K., BHATNAGAR, D. S. y GURNANI, M. Relative importance of the factors affecting age at first calving in Tharparkar cattle. *Indian Veterinary Journal* 48(12):1241-1248. 1971.
21. DEARBORN, D. D. An analysis of reproductive traits in beef cattle. *Journal of Animal Science* 36(4):1032-1040. 1973.
22. DERIVAUX, J. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los animales domésticos. Zaragoza, España, Acribia, 1967. 416 p.
23. DICKEY, J. R. y CARTWRIGHT, T. C. Reproduction in tropically adapted beef cattle. *Journal of Animal Science* 25(1):251. 1966.
24. DONALDSON, L. E. Some observations on the fertility of beef cattle in North Queensland. *Australian Veterinary Journal* 38(9):447-454. 1962.

25. DONALDSON, L. E. Observations on time of calving and growth to weaning of beef calves in coastal North Queensland. *Queensland Journal of Agricultural Science* 20(1):199-202. 1963.
26. _____. The pattern of pregnancies and lifetime productivity of cows in a North Queensland beef cattle herd. *Australian Veterinary Journal* 44(11):493-495. 1968.
27. _____. Investigations into the fertility of Brahman crossbred female cattle in Queensland. *Australian Veterinary Journal* 47(6):264-267. 1971.
28. DUTT, M. y TOMAR, S. P. S. Effect of non-genetic factors on the inheritance of age at first calving in Harijana cattle. *Indian Journal of Animal Science* 42(5):333-336. 1972.
29. EATON, L. W. Effects of plane of nutrition on reproductive performance, ration digestibility, 9-10-11th rib composition and blood volume in beef heifers. (Sumario). *Dissertation Abstracts International B* 30:1431, 1969.
30. EDDYE, L. A., RITSON, J. B. y HAYDOCK, K. P. Seasonal changes in liveweight of Droughtmaster cows grazing a townsville stylo spear grass pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 22(6):963-977. 1971.
31. ENGLAND, N., TEMPLE, R. S. y FARTHING, B. R. The effect of dam lactation status upon conception rate in beef cattle. *Journal of Animal Science* 22(3):820. 1963.
32. FAHMY, M. H. y LALANDE, G. Reproductive performance and growth of Shorthorn purebred and crossbred cows. *Animal Production* 13(1):7-14. 1971.
33. GAINES, J. A. *et al.* Heterosis from crosses among British breeds of beef cattle; fertility and calf performance to weaning. *Journal of Animal Science* 25(1):5-18. 1966.
34. GANGWAR, P. C., TRIPHTHI, S. G. y MOHAN, G. Effect of maturity age on first lactation yield, lactation period and first calving interval in crossbred cows. *Indian Veterinary Journal* 50(2): 170-175. 1973.
35. GARCIA, I. M. y CORDOBA, M. Bases para el desarrollo de la ganadería de carne en Centro América y Panamá. I. Guatemala, Secretaría Permanente de Integración Económica Centroamericana. 1968. 305 p.
36. HAMMOND, J. Efectos del clima en la reproducción. *In* Rhoad, A. O. C. Cría de ganado vacuno para carne en medios desfavorables. Traducción del inglés por R. P. Bestran. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1966. pp. 52-62.

37. HERNANDEZ, G., KOCH, R. M. y DICKERSON, G. E. Influencia de algunos factores en el intervalo entre partos de ganado Romo Sinuano. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria (México)* 6:167. 1971.
38. HIGHT, G. K. The effect of under nutrition in late pregnancy on beef cattle production. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 9:479-490. 1966.
39. _____. Plane of nutrition effects in late pregnancy and during lactation on beef cattle and their calves to weaning. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 11(1):71-79. 1968.
40. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Archivos de la estación meteorológica de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, 1972. p. irr.
41. JOHNSON, M. B. Ranch organization and management in Western North Dakota. *North Dakota Agricultural Experimental Station, Bulletin* no. 237. 1930. 78 p.
42. KOGER, M. et al. Reproductive performance of crossbred and straightbred cattle on different pasture programs in Florida. *Journal of Animal Science* 21(1):14-19. 1962.
43. LABBE, S. Comportamiento reproductivo y productividad de las razas Criollo, Santa Gertrudis, Brahman y Romo Sinuano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 56 p.
44. LAGO DE SERRANO, G. S. et al. Reproductividad del Cebú Venezolano. *In* Sosa, R., ed. *Ganadería en los Trópicos*. Caracas. Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú. 1973. v. 1. pp. 201-207.
45. _____. et al. Reproductividad en las razas Nelbore e Indubrasil en Venezuela. *In* Sosa, R. ed. *Ganadería en los Trópicos*. Caracas. Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú, 1973. v. 1, pp. 209-215.
46. _____. et al. Reproductividad en un rebaño agyrado en Venezuela. *In* Sosa, R. ed. *Ganadería en los Trópicos*. Caracas. Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú, 1973. v. 1, pp. 217-222.
47. LAMOND, D. R. The influence of under nutrition on the reproduction in the cow. *Animal Breeding Abstract* 38:359-372. 1970.
48. LEGATES, J. E. Genetic variation in services per conception and calving interval in dairy cattle. *Journal of Animal Science* 13(1):81-88. 1954.

49. LINARES, T. et al. Observaciones preliminares sobre la actividad ovarica y preñez en vacas criollas y Brahman sometidas a una estación de monta limitada. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 20(6):413-420. 1970.
50. LINDLEY, C. E. et al. A study of the reproductive performance of a purebred Hereford herd. *Journal of Animal Science* 17(2): 336-342. 1958.
51. McCLURE, T. J. Malnutrition and infertility of cattle in Australia and New Zealand. *Australian Veterinary Journal* 44(4):134-138. 1968.
52. McFARLANE, W. V. Adaptación de los rumiantes a los trópicos y desiertos. In Hafez, E. S. E. *Adaptación de los animales domésticos.* Barcelona, Labor, 1973. pp. 223-248.
53. OLDS, D. Controversias y avances en aspectos reproductivos. In *Curso Intensivo de Fisiología de la Producción.* Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1973. p. irr.
54. OSBORNE, H. G. The investigation of infertility syndromes in beef herds. *Australian Veterinary Journal* 36(4):164-176. 1960.
55. PEACOCK, F. M. et al. Reproduction in Brahman, Shorthorn and cross-bred cows on different pasture programs. *Journal of Animal Science* 33(2):458-465. 1971.
56. PEARSON, L. S. The role of livestock in developing economies. *Advancement of Science* 26(129):289-297. 1970.
57. PINNEY, D. O. et al. Lifetime effects of winter supplemental feed level and age at first parturition on range beef cows. *Journal of Animal Science* 34(5):1067-1074. 1972.
58. PLASSE, D., KOGER, M. y WARNICK, A. C. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. III. Calving intervals, conception and intervals from parturition to conception. *Journal of Animal Science* 27(1):105-112. 1968.
59. _____ et al. Influencias ambientales sobre la variancia de intervalos entre partos en Brahman Registrado. In *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria (México) 8:* 47-64. 1972.
60. PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. *Intensive beef production.* Oxford, Pergamon Press, 1970. 544 p.
61. RAKHA, A. M., IGBOELI, G. y KING, J. L. Calving interval, gestation and post partum periods of indigenus Central African cattle under a restricted system of breeding. *Journal of Animal Science* 32(3):507-509. 1971.

62. RAO, C. K. Studies on reproduction in malvi cattle. II. Age at first calving, calving interval and post partum to conception interval. *Indian Veterinary Journal* 43(9):805-811. 1966.
63. RHOAD, A. O. Rate of conception in beef cows pasture bred during a controlled breeding season. *Journal of Animal Science* 3(2):154-158. 1944.
64. SCHILLING, P. S. y ENGLAND, N. C. Some factors affecting reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science* 27(5):1363-1367. 1968.
65. SHUKLA, R. K. y PRASAD, R. B. Study on age at first calving in Gir cattle. *Indian Veterinary Journal* 48(7):717-721. 1971.
66. SINGH, R. N. y PRASAD, R. B. Genetic and phenotypic study of calving interval of Haryana cattle in Bihar. *Indian Veterinary Journal* 45(5):407-413. 1968.
67. SNEDECOR, G. W. y COCHAN, W. G. Métodos estadísticos. México, S.E.C.S.A., 1971. 703 p.
68. SPARKE, E. J. y LAMOND, D. R. The influence of supplementary feeding on growth and fertility of beef heifers grazing natural pastures. *Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry* 8(33):425-433. 1968.
69. STONAKER, H. H., AGARWALA, O. P. y SUNDARESEN, D. Production characteristics of crossbred backcross and purebred Red Sindhi cattle in the gangetic plains region. *Journal of Dairy Science* 36(7):678-687. 1954.
70. _____. Animal breeding in the tropics of Latin America. *Journal of Animal Science* 33(1):1-6. 1971.
71. TOSI, J. A. Costa Rica: Mapa ecológico. San José, Centro Científico Tropical, 1969. Escala 1:750.000. Color.
72. TUDOR, G. D. The effect of pre and post natal nutrition on the growth of beef cattle. I. The effect of nutrition and parity of the dam on calf birth weight. *Australian Journal of Agricultural Research* 23(2):389-395. 1972.
73. WAGNER, W. C. y OXENREIDER, S. L. Endocrine physiology following parturition. *Journal of Animal Science* 32(1):1-16. 1971.
74. WARNICK, A. C., MEADE, J. H. y KOGER, M. Factors influencing pregnancy rate in Florida beef cattle. Florida Agricultural Experimental Station, Bulletin no. 623. 1960. 23 p.

75. WILTBANK, J. N. et al. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal Science* 21(2):219-225. 1962.
76. _____ y HARVEY, W. R. Reproductive performance of beef cows in Louisiana. *Journal of Animal Science* 22(3):823. 1963.
77. _____ et al. Influence of post partum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *Journal of Animal Science* 23(4): 1049-1053. 1964.
78. _____ . et al. Influence of total feed and protein intake on reproductive performance in the beef female through second calving. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 1314. 1965. 41 p.