

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVIDAD DE LAS RAZAS
CRIOLLO, SANTA GERTRUDIS, BRAHMAN Y ROMO SINUANO

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Sylvert Labbe

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro de Enseñanza e Investigación
Departamento de Zootecnia
Turrialba, Costa Rica
Enero, 1970

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVIDAD DE LAS RAZAS
CRIOLLO, SANTA GERTRUDIS, BRAHMAN Y ROMO SINUANO

Tesis

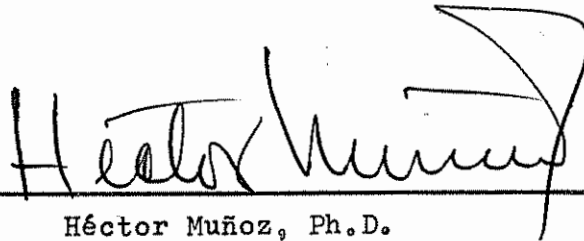
Sometida al Consejo de Estudios Graduados como
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



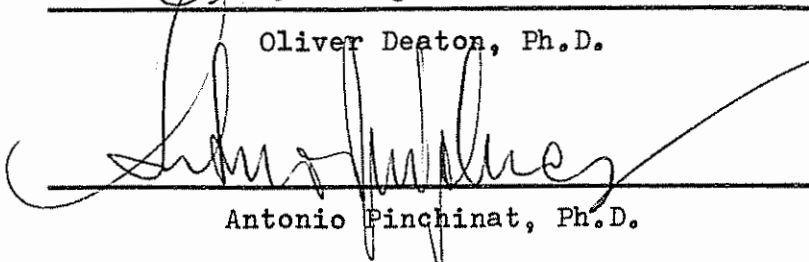
Héctor Muñoz, Ph.D.

Consejero



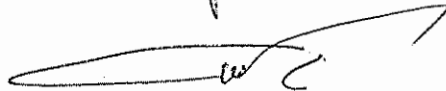
Oliver Deaton, Ph.D.

Comité



Antonio Pinchinat, Ph.D.

Comité



Gilberto Páez, Ph.D.

Comité

Enero, 1970

A mi esposa

A mis hijas

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere expresar sus sinceros agradecimientos:

Al Dr. Héctor Muñoz, Consejero Principal, por su firme apoyo, su entusiasmo desinteresado, y la estrecha colaboración prestada en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Oliver Deaton, por su ayuda y sus valiosas sugerencias.

Al Dr. Antonio Pinchinat por sus acertados consejos.

Al Dr. Gilberto Páez por su eficiente intervención en la orientación del análisis estadístico.

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA por permitirle efectuar estudios postgraduados y, al Sr. Rodrigo Mora por su participación en la recopilación de los datos.

BIOGRAFIA

El autor nació en Jacmel, Haití el 21 de agosto de 1934. Hizo sus estudios primarios y secundarios en la misma ciudad. Realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de Port-au-Prince donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1959. En este mismo año y hasta 1964 trabajó como auxiliar docente en la Estación Experimental de Grand Pré (HADO - CAP).

En septiembre de 1964 ingresó como estudiante graduado en la disciplina de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica. En diciembre de 1965 por circunstancias fuera de su voluntad, abandonó la Escuela para Graduados a la cual regresó en agosto de 1969 para finalizar su tesis como último requisito para la obtención del grado de Magister Scientiae.

TABLA DE CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| LISTA DE CUADROS | viii |
| INTRODUCCION | 1 |
| REVISION DE LITERATURA | 2 |
| I. Factores que afectan el comportamiento reproductivo en el ganado bovino | 2 |
| 1. Origen genético | 2 |
| 2. Origen fisiológico | 3 |
| 3. Origen ambiental | 5 |
| II. Medidas que determinan la fertilidad en el ganado. | 8 |
| 1. Intervalo entre partos..... | 8 |
| 2. Número de servicios por preñez | 10 |
| 3. Porcentaje de nacimiento | 10 |
| III. Factores que determinan la productividad | 11 |
| 1. Porcentaje al destete | 11 |
| 2. Peso al destete | 12 |
| IV. Productividad neta | 14 |
| Kilogramos de peso vivo por vaca expuesta a toro . | 14 |
| MATERIALES Y METODOS | 17 |
| I. Fuente de datos y manejo de los hatos | 17 |
| II. Levantamiento de datos | 18 |
| 1. Intervalo entre parto | 18 |
| 2. Número de vacas expuestas a toro y porcentajes al nacimiento y destete | 18 |
| 3. Pesos al destete | 19 |
| III. Métodos utilizados para el ajuste y cálculo de los datos | 21 |
| RESULTADOS | 23 |
| I. Comportamiento reproductivo | 23 |
| 1. Intervalo entre partos | 23 |
| 2. Porcentaje de nacimiento | 25 |

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 3. Porcentaje de terneros destetados | 25 |
| 4. Habilidad materna | 31 |
| II. Productividad de las razas estudiadas | 33 |
| 1. Peso al destete | 33 |
| 2. Kilogramos de pesos de destete por vaca expues <u>ta</u> a toro | 36 |
| DISCUSION | 39 |
| I. Comportamiento reproductivo | 39 |
| II. Productividad de las razas | 42 |
| RESUMEN Y CONCLUSIONES | 46 |
| SUMMARY AND CONCLUSIONS | 48 |
| LITERATURA CITADA | 50 |

LISTA DE CUADROS

| Cuadro N ^o | | <u>Página</u> |
|-----------------------|---|---------------|
| 1 | Distribución y número de observaciones de intervalos entre partos para razas y años | 19 |
| 2 | Número de vacas expuestas a toro, de terneros nacidos y destetados por raza y por año | 20 |
| 3 | Promedios de intervalos entre partos | 23 |
| 4 | Análisis de variancia para intervalos entre parto | 24 |
| 5 | Comparaciones de las razas (intervalos entre parto) | 25 |
| 6 | Porcentajes de nacimiento | 26 |
| 7 | Análisis de variancia y prueba de chi cuadrada para porcentajes de nacimiento | 27 |
| 8 | Comparaciones de las razas (Porcentajes de nacimientos) | 28 |
| 9 | Porcentajes de destete | 29 |
| 10 | Análisis de variancia y prueba de chi cuadrada para porcentajes de destete | 30 |
| 11 | Comparaciones de las razas (Porcentajes de destete) | 31 |
| 12 | Porcentajes de becerros nacidos, destetados .. | 32 |
| 13 | Análisis de variancia y prueba de chi cuadrada para habilidad materna (porcentajes de becerros nacidos, destetados) | 33 |
| 14 | Promedio de peso de animales destetados | 34 |
| 15 | Análisis de variancia para pesos al destete .. | 34 |
| 16 | Comparaciones de las razas (Promedio de peso al destete) | 35 |
| 17 | Promedio de peso al destete por vaca expuesta a toro | 36 |
| 18 | Análisis de variancia para pesos al destete por vaca expuesta a toro | 37 |

INTRODUCCION

Las demandas de carne en el mundo han ido aumentando con el crecimiento constante de la población y con el aumento del nivel de vida.

En los últimos años la investigación en ciencia animal ha puesto su atención en conocer el valor de las razas existentes en relación con su reproducción y el efecto de ésta sobre la productividad de los hatos.

Los avances realizados en los campos de la nutrición, forrajes, manejo y salud animal han hecho posible descubrir razas de excelentes potencialidades de crecimiento; sin embargo en el aspecto de la reproducción, factor que está íntimamente ligado a la productividad de la raza, muy pocos avances se han logrado.

La decisión de utilizar determinada raza para la producción de carne en un ambiente dado debe obedecer a la selección de una raza que tenga excelentes cualidades productivas pero primordialmente que sea capaz de reproducirse.

El problema de la reproducción se hace más palpable en los ambientes tropicales donde las razas de origen europeo que tienen buenas características de crecimiento se ven afectadas en su reproducción. El caso contrario sucede en las razas nativas y en el cebú, en las cuales su lenta potencialidad de crecimiento parece ser compensada con menores problemas en fertilidad.

El objetivo de este trabajo fue el de medir cómo el comportamiento reproductivo afecta la productividad de una raza. Para tal objeto, se estudiaron los intervalos entre partos, los porcentajes de nacimiento y destete, los pesos al destete y el peso de ternero destetado por vaca expuesta a toro, en las razas Santa Gertrudis, Brahman, Criollo y Romo Sinuano.

REVISION DE LITERATURA

El hecho de que una raza tenga un buen potencial de desarrollo expresado en sus pesos al nacer, destete, al año y aumentos diarios altos, no quiere decir que esa raza sea más productiva que otra, si no se toma en cuenta su aspecto reproductivo.

Es difícil juzgar el efecto del comportamiento reproductivo de una raza medido a través de su productividad sin conocer los factores que afectan su reproducción, los que determinan su fertilidad y los relacionados con su productividad.

I. Factores que afectan el comportamiento reproductivo en el ganado bovino

El comportamiento reproductivo de un animal se ve afectado por varios tipos de factores tales como: genéticos, fisiológicos y ambientales. Pero, los factores de origen ambiental representan la casi totalidad de las variaciones totales en el comportamiento reproductivo en el ganado.

1. Origen genético

La raza de la madre tiene una influencia muy significativa sobre la fertilidad. Schilling y England (66) en trabajos efectuados con razas puras, mencionaron que las razas Hereford y Angus tienen una fertilidad más baja que las razas Brahman y Brangus. Los porcentajes de becerros al nacimiento fueron respectivamente: 59,8, 61,2, 65,2 y 66,9. Estos datos concuerdan con los presentados por Warnick y colaboradores (76). Koger y otros (40) en un estudio con razas puras y

animales híbridos encontraron diferencias altamente significativas entre las razas con respecto al porcentaje de becerros obtenidos al nacimiento y al destete. Esta diferencia fue favorable a los animales híbridos. Existe un criterio bastante uniforme en los trabajos encontrados en la literatura, que las hembras híbridas tienen un porcentaje de nacimiento más alto que las razas puras (70).

2. Origen fisiológico

El estado de lactancia es un factor importante que afecta la fertilidad en el ganado bovino. Los trabajos efectuados han conducido a la conclusión que la producción de leche disminuye la habilidad de la vaca para concebir. Warnick et al (76) en un estudio del efecto de la lactancia sobre la capacidad reproductiva en el ganado, encontraron una diferencia significativa entre el porcentaje de concepción de vacas secas y de vacas en producción de una misma edad: las vacas secas tuvieron un porcentaje de nacimiento más alto que las vacas lactantes. Resultados similares fueron encontrados por Koger y otros (40), Burns y colaboradores (13). Además, Witt y otros (80) señalaron que la reproducción es inhibida en vacas lactantes de tres años de edad que fueron sometidas a regimen de bajo valor nutritivo. Los requerimientos nutritivos para vacas lactantes son mucho más altos que para vacas secas. La baja fertilidad de vacas en producción puede ser debida a una alimentación inadecuada para satisfacer simultáneamente las necesidades de la lactancia y reproducción.

El efecto de la edad de la madre sobre su capacidad reproductiva indica una tendencia positiva constante con el aumento de la edad.

Lindley y otros (45) encontraron una correlación positiva entre la edad de las vacas y las tasas de concepción. Koger y colaboradores (40) señalaron que las vacas de primer parto (tres años de edad) tienen una tasa de concepción de 38%. Estos mismos autores indican que el porcentaje de destete aumenta anualmente hasta un máximo de 76% a los siete años de edad y que después del cual disminuye hasta 63% para vacas de 13 a 18 años de edad. Varios autores (4, 73, 76) están de acuerdo con la variabilidad en fertilidad encontrada en vacas de diferentes edades y concluyen que la fertilidad aumenta generalmente hasta los 7 años de edad.

El padre desempeña un papel no menos importante en la fertilidad de un hato, porque, cualquiera que sea el grado de fertilidad de las vacas, el éxito de la explotación depende de la calidad del semen producido por los toros. Bajo servicio natural, la esterilidad del toro es de interés capital porque se reflejará directamente en la producción de becerros. Cuando se practica la inseminación artificial, la esterilidad del toro puede ser descubierta rápidamente, analizando la calidad y la cantidad del semen producido. Sin embargo, debido a la infinidad de factores relacionados con la fertilidad, es muy difícil determinarla con la simple observación del semen. Bowling y otros (7) observaron que la edad del toro tiene un efecto muy significativo sobre el número de servicios requeridos por concepción. Estos investigadores, trabajando con vacas de uno a quince años de edad, encontraron que toros con una edad menor a los cuatro años, cuando se aparean con vacas y novillas de primer parto mostraron mayor eficiencia reproductiva que toros de cualquier otra edad. Con vacas de más de dos

partos, la edad del toro no mostró ningún efecto significativo. Estos datos concuerdan con los presentados por Hilder y otros (31) quienes encontraron que toros de cinco años de edad, necesitaron más servicios para la concepción que toros más jóvenes, cuando se aparean con novillas de primer parto. Resultados diferentes de los mencionados fueron presentados por Erb (25) y Bratton (9) quienes revelaron que toros de uno a dos años de edad tienen mayor eficiencia reproductiva que los de cualquier otra edad independientemente de su nivel de alimentación.

3. Origen ambiental

Pocos aspectos han recibido tanta atención en ganadería como la influencia de la nutrición sobre la reproducción. La creencia general entre los ganaderos es que una nutrición deficiente así como una nutrición excesiva son igualmente perjudiciales a la reproducción. Existe evidencia que la falta en la reproducción en el ganado puede ser de orden nutricional. Koger y otros (40) en Florida, encontraron que las vacas cuya alimentación consistía solamente de pasto natural tenían un porcentaje más bajo de animales destetados (65%), mientras que las que recibían pastos mejorados más concentrados tenían un porcentaje más alto (78%). Johnson (32) afirmó que el número de toretes destetados en Dakota del Norte era en relación directa con la calidad y la cantidad de pastos disponibles. Kirk y otros (34) en Florida, trabajando con animales bajo diferentes niveles de alimentación, encontraron resultados similares a los anteriores. La influencia de la nutrición en el toro fue estudiada por Sutton (71) quien observó una

degeneración del epitelio germinal y ausencia de espermatozoos en torres mantenidos bajo una alimentación pobre en vitamina A. Erb y otros (25) encontraron también que la deficiencia en vitamina A retrasa la pubertad y reduce la cantidad de los espermatozoos en el semen.

Algunos trabajos han sido hechos para medir el efecto de la cantidad de proteína y energía ingeridas sobre la capacidad reproductiva de las vacas. Wiltbank (79) observó que la fecha del primer celo se retrasa mucho cuando las novillas están mantenidas bajo alimentación pobre en proteína y energía. Bond y otros (6) encontraron resultados más extremos. Según sus observaciones, el ciclo estral y la actividad ovaria desaparecen bajo condiciones nutricionales críticas, pero reaparecen cuando alimentación adecuada es suministrada.

Black y otros (5) indicaron que algunos minerales influyen sobre la fertilidad en el ganado y sugirieron que el número de animales destetados puede ser aumentado con un suplemento alto en fósforo.

El efecto de una nutrición excesiva sobre la reproducción es todavía dudoso, debido a que muy pocas investigaciones han sido llevadas a cabo en este campo. Sin embargo, Marshall y Peel (48) examinaron el tracto reproductivo de siete novillas y vacas estériles y encontraron en todos un depósito de grasa en los ovarios.

El clima es uno de los factores más importantes que causan variaciones en el número de animales nacidos y destetados en una explotación ganadera. La acción del clima varía de área a área. En ciertas regiones donde la temperatura es muy alta en cierta época del año, ésta tiene su influencia limitante en los porcentajes de nacimiento y de destete. Seath y Staples (68) en Louisiana observaron que durante

los meses calientes de verano (julio-setiembre), las vacas necesitaron más servicios por concepción (5,3 servicios) que en otras épocas del año (1,4 servicio).

El efecto de la temperatura sobre el ciclo estrual en bovino fue estudiado por Scott y Williams (67) quienes encontraron que las vacas en empadre durante los meses de verano (julio-setiembre) cuando la temperatura ambiental es más alta presentan ciclos estruales de 35 días, y producen embriones no viables. Estas vacas vuelven en calor más tarde y de hecho, manifiestan un intervalo entre estro muy largo. Estos datos están de acuerdo con los de Poston y otros (56) quienes observaron variaciones mensuales muy grandes en el comportamiento reproductivo de las vacas, como resultado del efecto de la temperatura y medida en el intervalo entre parto.

La acción del clima se manifiesta también sobre el comportamiento reproductivo de los toros. Erb y Waldo (24) anotaron cambios estacionales en la fertilidad de toros lecheros en Washington. Lewis (43) observó que bajo las condiciones existentes en Michigan, la espermatogenesis alcanza su pico en primavera (marzo-junio) y disminuye durante el verano (julio-setiembre) y el invierno (octubre-noviembre). Roussel (64) señaló que el volumen del semen eyaculado por los toros no está afectado por temperatura elevada, pero se reduce notablemente la motilidad de los espermatozoos.

La temperatura alta no es siempre el factor limitante de la fertilidad en el ganado. En ciertas regiones ubicadas al norte, el largo del día es el factor que reduce el número de animales nacidos y destetados. En un estudio hecho en Canadá sobre la fertilidad en

tres hatos situados a diferentes latitudes, Mercier y Salisbury (49) encontraron que los porcentajes más altos de servicios fértiles fueron logrados en verano y otoño cuando los días son largos. Estos datos se asemejan con los obtenidos por Sweetman (72), quien observó que era posible conseguir mayor porcentaje de concepción en Alaska, aumentando el largo del día a catorce horas.

II. Medidas que determinan la fertilidad en el ganado

El efecto de los factores que influyen en el comportamiento reproductivo está directamente reflejado en algunas medidas que determinan la fertilidad del ganado. En toda explotación de ganado de carne, para ser rentable se pretende que los vientres tengan una cría cada año y que mientras más corto sea el intervalo entre partos, será un reflejo del comportamiento reproductivo del hato. Junto al intervalo entre partos, el número de servicios por preñez y el porcentaje de nacimientos son medidas con las cuales se puede expresar la fertilidad de una explotación.

1. Intervalo entre partos

Esta medida es comúnmente conocida como el lapso de tiempo comprendido entre un parto y el subsiguiente. Este lapso está directamente relacionado con el período de servicio que se establezca y el largo de gestación. Este último presenta poca variación en las razas de ganado de carne que actualmente se explotan. Ahmed y Tantawy (1) indicaron que los factores que están asociados directamente con el largo de la gestación son: el peso de la madre, sexo y

peso del becerro. Estos autores encontraron que existe una correlación de 0,56 entre el peso de la madre y su largo de gestación (hasta los 5 a 6 años de edad) y que los machos que generalmente son más pesados que las hembras, tienen una gestación más larga.

Los factores más importantes en el intervalo entre parto son el período de servicio y el número de servicios por preñez. Plasse y otros (55) estudiando el comportamiento reproductivo de vacas Brahman encontraron un intervalo entre parto de 414,6 días con un período de servicio de más de 100 días. Lindley (45) trabajando en Oklaoma con un hato Hereford pura sangre, obtuvo un intervalo entre parto de 406 días. Sin embargo, valores mucho más grandes han sido observados por Amble y colaboradores (3) quienes indicaron que en India, el intervalo entre parto varía de 15 a 18 meses en las diferentes hatos. Linares y Plasse (44) en un estudio sobre aspectos reproductivos en un hato Brahman de Venezuela encontraron un promedio de intervalo entre parto de $460,2 \pm 105,8$ días.

Aunque esta medida refleja mucho la capacidad reproductiva de una raza, numerosos estudios (3, 11, 21, 22, 46, 69) han revelado que las variaciones debidas a este carácter son de orden ambiental. La heredabilidad de este carácter es casi cero, lo que indica la poca utilidad de la selección para reducir el intervalo entre parto de una raza. Similares conclusiones fueron expresadas por la comisión de la F.A.O. para la Nigeria (26) que indicó que en este país el intervalo entre parto varía de 371 días en hatos bajo buenas condiciones de manejo a 583 días para hatos abandonados.

2. Número de servicios por preñez

Los servicios por preñez influyen directamente sobre el tiempo del período de servicio y por consiguiente en el intervalo entre parto. En animales normales, libres de enfermedades, el número de servicios por preñez está afectado por la estación del año, la adaptación del animal al medio ambiente y por el nivel nutricional del hato. En un estudio hecho en Turrialba, Carmona y Muñoz (15) encontraron los siguientes valores: 1,58 para la raza Criollo, 1,55 para la Jersey y 1,63 para la Suizo.

Boyd y otros (8) estudiando la capacidad reproductiva de un hato Jersey, Holstein y Guernsey encontraron un promedio de 1,68 número de servicios por concepción para las razas. Legates (42) en un estudio hecho en las razas: Ayrshire, Guernsey, Holstein y Jersey, señaló un valor más alto de 1,80. Este último autor encontró un índice de herencia de 0,026 por este carácter e indica que el uso de la selección para reducir el número de servicio por preñez en ganado bovino es de poco interés práctico.

3. Porcentaje de nacimiento

La habilidad de una vaca de concebir regularmente dentro de un intervalo de un año y parir un becerro normal es un factor importante en el éxito de una explotación ganadera. El porcentaje de becerros nacidos varía en las diferentes partes del mundo y dentro de una misma región. En dos estaciones experimentales de Canadá (77), variaciones en los porcentajes de nacimiento fueron observados (79,0 y 87,0).

Variaciones más extremas fueron encontradas en varias provincias de este país donde los valores fluctuaron entre 66,0 a 72,0 (77).

En un estudio sobre fertilidad llevado a cabo de 1957 a 1961 en Virginia, el porcentaje total de becerros nacidos de las razas Angus, Hereford y Shorthorn fue de 85,0 (27). Sin embargo, han sido observados porcentajes más bajos de 79,5 (23) y de 74,0 (32) en otros trabajos.

Los valores estimados del índice de herencia para porcentaje de becerros obtenidos al nacimiento, basándose en diferentes métodos son bastante altos y oscilan de 0,25 hasta 0,63 (20). Esto indica que muchos progresos se pueden lograr en este carácter por medio de la selección.

III. Factores que determinan la productividad

Las medidas más importantes y que frecuentemente se usan para estimar la productividad de una raza son el porcentaje al destete y el peso al destete.

1. Porcentaje al destete

En la práctica, el número de animales que llegan al destete es uno de los factores que más reflejan la productividad de una hembra y están asociados con la habilidad materna de la raza. Esta medida es importante ya que está en relación directa con la ganancia neta de la explotación. La diferencia entre el porcentaje de nacimiento y el destete representa el porcentaje de becerros muertos. Una raza con buena habilidad materna tiene un porcentaje más bajo de becerros

muer^{tu}os, lo cual puede ser debido a la habilidad de la madre en produ^{ci} cir suficiente leche y criar su ternero en condiciones favorables para su desarrollo. Ensminger y otros (23) informaron que solamente 63% de las vacas expuestas a toro destetaron sus crías, lo que implicó una pérdida de 21% de los becerros nacidos. Stonaker (70) en Colorado y Gaines (27) en Virginia encontraron porcentaje de destete de 76,0%. En Montana, un valor de 82,6 fue observado (62).

Los aumentos en los valores de habilidad materna y el porcentaje al destete como producto de la selección, son casi nulos debido a que su índice de herencia es cercano a cero (36). Dickey (17) indica que los índices de herencia para porcentaje de destete y habilidad materna en la raza Santa Gertrudis fueron de 0,05 y 0,06 respectivamente. Similares resultados fueron encontrados por Reynolds (58) quien sugirió que se puede aumentar mucho el número de animales destetados en Louisiana, cambiando la estación de nacimiento del invierno a la primavera.

2. Peso al destete

Es una de las medidas económicas más valiosas en la producción del ganado de carne, debido a que es el reflejo de la potencialidad genética de crecimiento del animal y la habilidad materna.

Los factores que afectan el peso al destete de los terneros son numerosos, pero varios autores (18, 28, 39, 47) indican que los principales son: la edad y la raza de la madre, la edad y el sexo del becerro y en menor grado el peso al nacer.

Numerosos estudios han revelado diferencias altamente significa-

tivas entre la edad de la madre y el peso al destete de los terneros. Gifford (29) encontró que los terneros más livianos al destete fueron producidos por vacas de tres años de edad. El peso de los terneros aumenta gradualmente con la edad de la madre hasta una edad máxima de 7 años después lo cual comienza a disminuir. Para Lasley y Bogart (41) esta edad óptima es de 6 años, mientras que para Sawyer et al (65) es de 8 años.

Durante el período de la lactancia, la leche constituye la mayor parte de la ración del ternero. Knapp y Black (35) encontraron una correlación de 0.517 entre la cantidad de leche consumida por el becerro y el ritmo de crecimiento; la correlación fue menor con el forraje. Esta estrecha relación entre el peso del ternero al destete y la edad de la madre se explica por el hecho que la producción de leche de la vaca aumenta con su edad.

La raza del ganado contribuye mucho a su habilidad para producir terneros más o menos pesados bajo ciertas condiciones ambientales. Damon y colaboradores (18) en un estudio para evaluar la capacidad productiva de algunas razas encontraron que la raza Brangus da terneros más pesados al destete, seguida por Brahman, Angus y Hereford. Además, estos investigadores concluyeron que vacas Brahman y Brangus cruzadas con toros Charoles, Hereford y Shorthorn criaron terneros más pesados que las razas puras.

El sexo es una fuente de variación muy importante en los pesos al destete del ganado. Koger y Knox (39) estudiando la influencia del sexo sobre el peso al destete de los terneros encontraron una diferencia altamente significativa de 14,5 Kgs en favor de los ma-

chos. Otros autores indicaron diferencias entre sexo, con respecto al peso al destete (10, 17, 38, 51, 57).

El peso al nacer tiene una influencia muy marcada sobre el peso al destete y los diferentes pesos después del destete. Varios autores (30, 47, 50, 52, 57) encontraron que los becerros más pesados al nacer, son generalmente más pesados al destete y después del destete. Sin embargo, el peso al nacer, aunque sea una medida altamente relacionada con los pesos subsecuentes, es de poca utilidad práctica para ser usada como medida de selección por los problemas que puede presentar el peso del animal al parto (16).

El peso al destete, aunque está íntimamente relacionado con la habilidad materna y las condiciones ambientales del lugar, es considerado como una medida valiosa en el proceso de selección. Los índices de herencia para peso al destete que han sido encontrados en varios estudios tienen una variación entre 0,25 a 0,30 (20, 37, 63).

IV. Productividad neta

Kilogramos de peso vivo por número de vacas expuestas a toro

La mayoría de los trabajos relacionados con el comportamiento reproductivo de una raza han considerado el problema bajo dos puntos de vista diferentes: porcentaje de terneros destetados por vacas expuestas a toros y peso de los terneros al destete. Sin embargo, para poder evaluar el verdadero valor de una raza, es necesario combinar los aspectos fertilidad y productividad. Las razas más productivas no son necesariamente las que destetan terneros más pesados o que

dan porcentajes más elevados de terneros destetados, sino las que rinden más kilogramos de carne por número de vacas expuestas a toros.

Uno de los primeros investigadores que pensaron en plantear este aspecto del problema fue Reynolds (61). Este autor estudió el comportamiento reproductivo de las razas: Angus, Africander-Angus, Brangus y Brahman y observó los valores respectivos de: 139,0, 135,9, 127,2, 96,3 Kgs de peso vivo por cada vaca expuesta a toro.

Turner y otros (75) en un estudio conducido en Louisiana durante el período de 1953 a 1965 informaron que las vacas Angus dan terneros más pesados (177 Kgs) al destete que las vacas Hereford (175 Kgs); pero al considerar la productividad con respecto a kilogramos de terneros destetados por número de vacas expuestas a toros, encontraron que Hereford rindió más (103,4 Kgs) que Angus (100,6 Kgs). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Burns (12) en Florida entre el período de 1954 a 1960; la raza Brahman destetó terneros más pesados (170,0 Kgs) que la Hereford (150,0 Kgs) a los 205 días, pero la raza Hereford rindió más (117,7 Kgs) que la Brahman (98,1 Kgs) cuando se consideró la productividad con respecto al número de vacas expuestas a toros.

En Canadá, Peters y Slen (53) en un estudio para evaluar la posibilidad de criar el ganado bison (Bos bison) por medio de cruzamiento con Bos taurus (Hereford), indicaron que las vacas Hereford tienen un porcentaje de animales destetados de 79% contra 63% en cattalo (vacas híbridadas: Hereford y Bison con menos de 1/4 grado de parentesco con el bison) pero el bajo porcentaje de toretes destetados en las vacas

híbridas fue compensado por el crecimiento rápido de sus terneros, siendo el peso vivo con respecto al número de vacas expuestas a toro de 126 kilogramos para Hereford contra 125 kilogramos para vacas híbridas.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) en Turrialba, Costa Rica.

Turrialba se encuentra localizada en la Vertiente Atlántica, aproximadamente a 645 metros de altura sobre el nivel del mar. Su clima es tropical húmedo. Su temperatura media anual es de 22,5°C con máximas medias de 27°C y mínimas medias de 17°C. Su precipitación anual media es de 2.609 mm, distribuidos casi uniformemente durante todo el año. El mes más lluvioso es diciembre con un promedio de 314,0 mm de lluvia y los menos lluviosos son febrero con 142,6 mm, marzo 78,0 mm y abril 119,0 mm. Su promedio de humedad relativa es de 86,94%.

I. Fuente de datos y manejo de los hatos

Este estudio incluye datos acumulados durante los años de 1961 a 1969, sobre número de vacas expuestas a toro, intervalo entre partos, porcentaje de becerros nacidos y destetados, pesos al destete y pesos al destete por vacas expuestas a toro.

Las observaciones fueron efectuadas en los hatos Santa Gertrudis, Brahman, Criollo y Romo Sinuano. Una descripción completa de la formación de estos hatos y su historia dentro del Departamento es dada por de Alba y Muñoz (2).

Durante los años comprendidos en este estudio, todos los hatos tuvieron un manejo similar. El empadre se realizó todos los años du-

rante los meses de abril-junio y los becerros nacieron de enero-marzo. Generalmente 24 horas después del nacimiento, se anotó el peso y sexo del becerro a la vez que se trató el cordón umbilical del ternero.

Después del nacimiento y hasta el destete (240 días de edad) los becerros permanecieron junto con las madres en potreros de las especies Guinea (Panicum maximum), Gamalote (Paspalum fasciculatum), Pará (Brachiara mutica) y Gordura (Melinis minutiflora).

Durante este lapso, los terneros tuvieron libre acceso a sal y hueso y recibieron tratamientos contra parásitos externos e internos. Al destete, los terneros fueron separados de sus madres.

II. Levantamiento de datos

1. Intervalo entre parto

Esta medida se estimó considerando el lapso de tiempo entre un parto y el subsiguiente y está expresado en días. El número total de intervalos considerados fue de 491 para las cuatro razas estudiadas. La distribución y el número de observaciones para cada raza y año se indican en el cuadro 1.

2. Número de vacas expuestas a toro y porcentajes al nacimiento y destete

Se tomó el número de vacas expuestas a toro por año y en cada una de las razas en estudio (cuadro 2).

Cuadro 1. Distribución y número de observaciones de intervalos entre partos para razas y años.

| Año \ Raza | Criollo | Santa Gertrudis | Brahman | Romo Sinuano | Total |
|------------|---------|-----------------|---------|--------------|-------|
| 1963 | 16 | 12 | 14 | 3 | 45 |
| 1964 | 14 | 13 | 17 | 8 | 52 |
| 1965 | 22 | 14 | 20 | 16 | 72 |
| 1966 | 20 | 24 | 21 | 20 | 85 |
| 1967 | 16 | 17 | 21 | 18 | 72 |
| 1968 | 15 | 16 | 22 | 32 | 85 |
| 1969 | 17 | 13 | 24 | 26 | 80 |
| Total | 120 | 109 | 139 | 123 | 491 |

El porcentaje al nacimiento y destete fue estimado tomando en cuenta el número de vacas expuestas a toro, para cada año y en cada una de las razas consideradas. El destete fue efectuado cuando el promedio de los becerros tuvieron una edad de 240 días. El número de becerros nacidos y destetados es presentado en el cuadro 2.

3. Pesos al destete

Dos tipos de observaciones de pesos al destete fueron efectuadas: la primera fue los pesos de los animales destetados por raza y por año y la segunda el peso al destete considerando el número de vacas expuestas a toro por raza y por año.

Cuadro 2. Número de vacas expuestas a toro, de terneros nacidos y destetados por raza y por año.

| Año | Criollo | | | Santa Gertrudis | | | Brahman | | | Romo Sinuano | | | Total | | |
|-------|---------|-----|-----|-----------------|-----|-----|---------|-----|-----|--------------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | V.E | B.N | T.D | V.E | B.N | T.D | V.E | B.N | T.D | V.E | B.N | T.D | V.E | B.N | T.D |
| 1962 | 8 | 5 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 7 | 4 | 4 | 4 | 30 | 26 | 25 |
| 1963 | 8 | 6 | 5 | 11 | 3 | 3 | 9 | 7 | 7 | 11 | 10 | 9 | 39 | 26 | 24 |
| 1964 | 9 | 7 | 7 | 10 | 2 | 2 | 9 | 7 | 6 | 19 | 15 | 15 | 47 | 31 | 30 |
| 1965 | 9 | 7 | 7 | 10 | 7 | 7 | 9 | 8 | 8 | 22 | 21 | 21 | 50 | 43 | 43 |
| 1966 | 10 | 9 | 9 | 10 | 9 | 8 | 10 | 6 | 5 | 33 | 31 | 29 | 63 | 55 | 51 |
| 1967 | 10 | 5 | 5 | 10 | 6 | 6 | 10 | 8 | 8 | 40 | 35 | 31 | 70 | 54 | 50 |
| 1968 | 11 | 8 | 7 | 12 | 8 | 8 | 17 | 15 | 13 | 44 | 37 | 36 | 84 | 68 | 64 |
| 1969 | 15 | 12 | 10 | 15 | 11 | 9 | 14 | 11 | 11 | 45 | 32 | 32 | 89 | 66 | 63 |
| Total | 80 | 59 | 56 | 87 | 55 | 52 | 87 | 70 | 65 | 218 | 185 | 177 | 472 | 369 | 350 |

V.E = Vacas expuestas a toro. B.N = Becerros nacidos. T.D = Terneros destetados.

III. Métodos utilizados para el ajuste y cálculo de los datos

Los pesos al destete fueron ajustados a una edad uniforme de 240 días por medio de coeficientes de regresión estimados para cada una de las razas.

Todos los pesos al destete fueron ajustados por sexo y el ajuste fue hecho convirtiendo los pesos de las hembras a machos de acuerdo con el método descrito por Brinks (10). Este ajuste fue hecho dentro de cada una de las razas usadas. Con los datos de pesos al destete ajustados a una misma edad y a un mismo sexo y los datos sobre intervalo entre parto, se hicieron análisis de variancia para la estimación de los efectos principales (años, razas e interacciones). Estos análisis fueron hechos por el método de cuadrado ponderado de los promedios que es aplicado cuando existe número desigual de observaciones en las subclases.

El modelo matemático usado para la estimación de los efectos principales fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + R_j + AR_{ij} + E(ijK)$$

donde:

Y_{ijk} = K-íecima observación en el i-íecimo año en la j-íecima raza

μ = promedio general

A_i = el efecto del año

R_j = el efecto de la raza

AR_{ij} = el efecto de la raza j en el año i

$E(ijk)$ = error

La prueba de Rango múltiple de Duncan fue usada como prueba de significancia para las comparaciones de los promedios para raza. Estas comparaciones fueron hechas en los casos en que el componente raza resultó ser significativo.

En los casos de los porcentajes al nacimiento y al destete (variables discretas), análisis de variancia y prueba de χ^2 fueron efectuados para la estimación de los efectos de años y razas.

RESULTADOS

Los datos fueron agrupados en dos tipos: los relacionados con el comportamiento reproductivo (intervalo entre parto, porcentajes de nacimiento, porcentajes de destete y habilidad materna) y los asociados con la productividad de las razas en estudio: (peso al destete y kilogramos de peso vivo de los terneros destetados por vaca expuesta a toro).

I. Comportamiento reproductivo

1. Intervalo entre parto

Un total de 491 intervalos entre parto distribuidos entre las razas Santa Getrudis (109), Brahman (139), Criolla (120) y Romo Sinuano (123) fueron analizados. Los promedios de intervalo entre parto para cada una de las razas y dentro de cada año considerado, se indican en el cuadro 3.

Cuadro 3. Promedios de intervalo entre partos.

| Raza año | Romo Sinuano | Criollo | Brahman | Santa Gertrudis | \bar{X} año |
|----------------|-----------------|---------|---------|--------------------|---------------|
| 1963 | 378,0 | 366,3 | 370,4 | 380,8 | 372,2 |
| 1964 | 357,5 | 432,8 | 410,2 | 580,5 | 450,7 |
| 1965 | 415,9 | 475,6 | 424,1 | 567,4 | 465,8 |
| 1966 | 374,1 | 391,4 | 395,1 | 470,1 | 410,6 |
| 1967 | 385,2 | 394,9 | 436,1 | 392,9 | 404,0 |
| 1968 | 512,9 | 483,9 | 493,1 | 503,9 | 501,4 |
| 1969 | 412,3 | 457,1 | 493,5 | 551,1 | 468,7 |
| \bar{X} raza | 424,4 | 429,7 | 437,3 | 488,6 | 443,7 |

El análisis de variancia para los efectos de años, razas y la interacción año-raza es dado en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de variancia para intervalos entre parto
(Método de cuadrado ponderado de los promedios)

| F. V. | G. L. | C. M. |
|------------|-------|--------------|
| Año | 6 | 36.333,62* |
| Raza | 3 | 157.742,76** |
| Año x Raza | 18 | 117.204,98** |
| Error | 454 | 17.320,47 |
| Total | 490 | |

* Significativo $P \leq 0,05$

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

El factor año tuvo un efecto significativo en el intervalo entre partos de las razas consideradas (cuadro 4). El promedio de intervalo entre partos para años (cuadro 3) indica que el intervalo entre parto más corto y más largo ocurrieron en los años 1963 y 1968 respectivamente.

La raza mostró tener un efecto altamente significativo en el intervalo entre partos (cuadro 4).

La raza Romo Sinuano mostró tener el intervalo entre partos más corto (424,3 días) y el más largo fue el de la Santa Gertrudis (488,6). Sin embargo, diferencias altamente significativas entre los promedios de los intervalos entre partos sólo fueron encontradas

cuando el intervalo de la raza Santa Gertrudis fue comparado con cada uno de los promedios de las razas restantes (cuadro 5).

Cuadro 5. Comparaciones de las razas (Intervalo entre parto)

| Razas | Santa Gertrudis | Brahman | Criollo | Romo Sinuano |
|-----------------|-----------------|---------|---------|--------------|
| Santa Gertrudis | | ** | ** | ** |
| Brahman | | | N.S. | N.S. |
| Criollo | | | | N.S. |
| Romo Sinuano | | | | |

N.S. No significativo

* Significativo $P \leq 0,05$

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

La interacción Raza x Año mostró ser una fuente de variación de mayor magnitud que la del componente Raza (cuadro 4). Los promedios de intervalos entre partos de cada una de las razas estudiadas, demuestran que el comportamiento de las razas fue diferente en cada uno de los años considerados (cuadro 3).

2. Porcentaje de nacimiento

En el período de 1961 a 1968 un total de 472 vacas fueron expuestas a toro durante la época de empadre. La distribución de los porcentajes de nacimientos dentro de las razas y los años considerados se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentajes de nacimiento.

| Año | Raza Romo Sinuano | | Brahman | | Criollo | | Santa Gertrudis | | Total | |
|-------|-------------------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------|-------|----------|
| | V.E | B.N % | V.E | B.N % | V.E | B.N % | V.E | B.N % | V.E | B.N % |
| 1961 | 4 | 4 100,0 | 9 | 8 88,9 | 8 | 5 62,5 | 9 | 9 100,0 | 30 | 26 86,7 |
| 1962 | 11 | 10 90,9 | 9 | 7 77,8 | 8 | 6 75,0 | 11 | 3 27,3 | 39 | 26 66,7 |
| 1963 | 19 | 15 78,9 | 9 | 7 77,8 | 9 | 7 77,7 | 10 | 2 20,0 | 47 | 31 66,0 |
| 1964 | 22 | 21 95,4 | 9 | 8 88,9 | 9 | 7 77,7 | 10 | 7 70,0 | 50 | 43 86,0 |
| 1965 | 33 | 31 93,9 | 10 | 6 60,0 | 10 | 9 90,0 | 10 | 9 90,0 | 63 | 55 87,3 |
| 1966 | 40 | 35 87,5 | 10 | 8 80,0 | 10 | 5 50,0 | 10 | 6 60,0 | 70 | 54 77,1 |
| 1967 | 44 | 37 84,1 | 17 | 15 88,2 | 11 | 8 72,7 | 12 | 8 66,6 | 84 | 68 80,9 |
| 1968 | 45 | 32 71,1 | 14 | 11 78,6 | 15 | 12 80,0 | 15 | 11 73,3 | 89 | 66 74,2 |
| Total | 218 | 185 87,7 | 87 | 70 80,5 | 80 | 59 73,7 | 87 | 55 63,2 | 472 | 369 78,2 |

V.E = Vacas expuestas a toro (no) B.N = Becerros nacidos (no)

Los resultados del análisis de variancia y prueba de χ^2 se indican en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de variancia y prueba de chi cuadrada (χ^2) para porcentajes de nacimiento.

| F. V. | G.L. | C. M. | Valores de χ^2 |
|-------|------|-----------|---------------------|
| Año | 7 | 297,07 NS | 9,15 NS |
| Raza | 3 | 853,99 * | 8,14 * |
| Error | 21 | 267,88 | |
| Total | 31 | | |

NS No significativo

* Significativo ($P \leq 0,05$).

La influencia de año no mostró tener un efecto significativo en los porcentajes al nacimiento. Los promedios de porcentajes para años (cuadro 6) indican muy poca variación.

La raza tuvo una influencia significativa en el porcentaje de nacimientos (cuadro 7).

Los promedios de los porcentajes al nacimiento difirieron entre las razas, correspondiendo los porcentajes de nacimiento de 87,7, 80,5, 73,7 y 63,2 para las razas Romo Sinuano, Brahman, Criollo y Santa Gertrudis respectivamente.

Los contrastes efectuados (cuadro 8) para el porcentaje de nacimientos entre las razas consideradas mostraron que el porcentaje de nacimientos de la raza Romo Sinuano fue superior significativamente a los

porcentajes obtenidos por el resto de las razas. Los contrastes efectuados entre las razas Brahman vs Criollo y Brahman vs Santa Gertrudis mostraron diferencias significativas en favor de la raza Brahman. La raza Criollo tuvo un porcentaje de nacimiento significativamente superior al de la raza Santa Gertrudis que fue la raza que mostró el porcentaje de nacimientos más bajo (cuadros 6 y 7).

Cuadro 8. Comparaciones de las razas (Porcentajes de nacimientos).

| Razas | Romo Sinuano | Brahman | Criollo | Santa Gertrudis |
|-----------------|--------------|---------|---------|-----------------|
| Romo Sinuano | | * | * | * |
| Brahman | | | * | * |
| Criollo | | | | * |
| Santa Gertrudis | | | | |

* Significativo ($P \leq 0,05$).

3. Porcentajes de terneros destetados

Aunque el porcentaje al destete no sea una medida que refleje el comportamiento reproductivo de una raza, es una medida indirecta de la fertilidad y se relaciona estrechamente con los porcentajes al nacimiento.

La distribución de los porcentajes de destete para las razas y años considerados en este estudio, aparece en el cuadro 9.

Cuadro 9. Porcentajes de destete.

| Año | Raza Romo Sinuano | | Brahman | | Criollo | | Santa Gertrudis | | Total | | | | | | |
|-------|-------------------|-----|---------|-----|---------|------|-----------------|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| | V.E | T.D | % | V.E | T.D | % | V.E | T.D | % | V.E | T.D | % | | | |
| 1961 | 4 | 4 | 100,0 | 9 | 7 | 77,8 | 8 | 5 | 62,5 | 9 | 9 | 100,0 | 30 | 25 | 83,3 |
| 1962 | 11 | 9 | 81,8 | 9 | 7 | 77,8 | 8 | 5 | 62,5 | 11 | 3 | 27,3 | 39 | 24 | 61,5 |
| 1963 | 19 | 15 | 78,9 | 9 | 6 | 66,6 | 9 | 7 | 77,7 | 10 | 2 | 20,0 | 47 | 30 | 63,8 |
| 1964 | 22 | 21 | 95,4 | 9 | 8 | 88,9 | 9 | 7 | 77,7 | 10 | 7 | 70,0 | 50 | 43 | 86,0 |
| 1965 | 33 | 29 | 87,9 | 10 | 5 | 50,0 | 10 | 9 | 90,0 | 10 | 8 | 80,0 | 63 | 51 | 81,0 |
| 1966 | 40 | 31 | 77,5 | 10 | 8 | 80,0 | 10 | 5 | 50,0 | 10 | 6 | 60,0 | 70 | 50 | 71,4 |
| 1967 | 44 | 36 | 81,8 | 17 | 13 | 76,5 | 11 | 7 | 63,6 | 12 | 8 | 66,6 | 84 | 64 | 76,2 |
| 1968 | 45 | 32 | 71,1 | 14 | 11 | 78,6 | 15 | 11 | 72,6 | 15 | 9 | 60,0 | 89 | 63 | 70,8 |
| Total | 218 | 177 | 84,3 | 87 | 65 | 74,7 | 80 | 56 | 70,0 | 87 | 52 | 59,8 | 472 | 350 | 74,0 |

V.E = Vacas expuestas a toros

T.D = Terneros destetados (na)

El análisis de variancia y la prueba de chi cuadrada (χ^2) para la estimación de los efectos principales son mostrados en el cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de variancia y prueba de chi cuadrada para porcentajes de destete.

| F. V. | G. L. | C. M. | Valores de χ^2 |
|-------|-------|------------|---------------------|
| Año | 7 | 321,8 N.S. | 8,7 N.S. |
| Raza | 3 | 789,0 * | 8,3 * |
| Error | 21 | 248,7 | |
| Total | 31 | | |

N.S. No significativo

* Significativo ($P \leq 0,05$)

El año no fue un componente de significancia en los porcentajes al destete. Los promedios de los porcentajes al destete (cuadro 9) indicaron que la raza Romo Sinuano fue la que tuvo el más alto porcentaje de terneros destetados, seguida por las razas Brahman, Criollo y Santa Gertrudis. Las comparaciones entre las razas (cuadro 11) mostraron que la Romo Sinuano destetó un número significativamente mayor de terneros que las razas Brahman, Criollo y Santa Gertrudis. La raza Brahman y Criollo no difirieron entre si, pero destetaron un mayor porcentaje que la raza Santa Gertrudis.

Cuadro 11. Comparaciones de las razas (Porcentaje de destete).

| Razas | Romo Sinuano | Brahman | Criollo | Santa Gertrudis |
|-----------------|--------------|---------|---------|-----------------|
| Romo Sinuano | | * | * | * |
| Brahman | | | N.S. | * |
| Criollo | | | | * |
| Santa Gertrudis | | | | |

* Significativo al ($P \leq 0,05$)

N.S. No hay diferencia significativa

4. Habilidad materna

La habilidad materna se determina por la relación entre el número de becerros nacidos y el de destetados y se considera como la capacidad de la vaca para criar su progenie desde el nacimiento hasta el destete. La habilidad materna no se relaciona directamente con la fertilidad pero desempeña un papel importante en la productividad neta de la raza.

El cuadro 12 expresa la habilidad materna de las diferentes razas dentro de los años.

Según el análisis de variancia y la prueba de chi cuadrada efectuados, la evaluación de los efectos del año y de la raza no tuvo un efecto significativo (cuadro 13).

Cuadro 12. Porcentajes de becerros nacidos, destetados.

| Año | Raza | | Romo Sinuano | | Criollo | | Santa Gertrudis | | Brahman | | Total | | | | |
|--------------|------------|------------|--------------|-----------|-----------|-------------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
| | B.N | T.D | B.N | T.D | B.N | T.D | B.N | T.D | B.N | T.D | B.N | T.D | | | |
| 1961 | 4 | 4 | 100,0 | 5 | 5 | 100,0 | 9 | 9 | 100,0 | 8 | 7 | 87,5 | 26 | 25 | 96,1 |
| 1962 | 10 | 9 | 90,0 | 6 | 5 | 83,3 | 3 | 3 | 100,0 | 7 | 7 | 100,0 | 26 | 24 | 92,3 |
| 1963 | 15 | 15 | 100,0 | 7 | 7 | 100,0 | 2 | 2 | 100,0 | 7 | 6 | 85,7 | 31 | 30 | 96,8 |
| 1964 | 21 | 21 | 100,0 | 7 | 7 | 100,0 | 7 | 7 | 100,0 | 8 | 8 | 100,0 | 43 | 43 | 100,0 |
| 1965 | 31 | 29 | 93,5 | 9 | 9 | 100,0 | 9 | 8 | 88,9 | 6 | 5 | 83,3 | 55 | 51 | 92,7 |
| 1966 | 35 | 31 | 88,6 | 5 | 5 | 100,0 | 6 | 6 | 100,0 | 8 | 8 | 100,0 | 54 | 50 | 92,6 |
| 1967 | 37 | 36 | 97,3 | 8 | 7 | 87,5 | 8 | 8 | 100,0 | 15 | 13 | 86,6 | 68 | 64 | 94,1 |
| 1968 | 32 | 32 | 100,0 | 12 | 11 | 91,6 | 11 | 9 | 81,8 | 11 | 11 | 100,0 | 66 | 63 | 95,4 |
| Total | 185 | 177 | 96,2 | 59 | 56 | 94,9 | 55 | 52 | 94,5 | 70 | 65 | 92,9 | 369 | 350 | 94,6 |

B.N = Becerros nacidos

T.D = Terneros destetados

Cuadro 13. Análisis de variancia y prueba de chi cuadrada (χ^2) para habilidad materna.

| F. V. | G. L. | C. M. | Valores de χ^2 |
|-------|-------|-----------|---------------------|
| Año | 7 | 33,1 N.S. | 5,06 N.S. |
| Raza | 3 | 20,3 N.S. | 1,3 N.S. |
| Error | 21 | 49,12 | |
| Total | 31 | | |

N.S. No significativo

II. Productividad de las razas estudiadas

1. Peso al destete

Un total de 350 terneros fueron destetados durante los años 1961 a 1968. Los pesos promedios de destete y número de animales en cada una de las razas y años se indican en el cuadro 14.

El análisis de variancia de los pesos al destete para los efectos principales: años, razas e interacción Año x Raza se presenta en el cuadro 15.

El factor año tuvo un efecto altamente significativo en los pesos al destete. Esta variación debida a años aunque está confundida con los efectos de edad de la madre y el efecto de los toros utilizados durante este período muestra que el mayor peso al destete fue alcanzado en el año 1963 y el más bajo en el año 1966.

Cuadro 14. Promedio de peso de animales destetados (Kg).

| Año | Criollo | | Santa Gertrudis | | Brahman | | Romo Sinuano | | Total | |
|-------|---------|-----------|-----------------|-----------|---------|-----------|--------------|-----------|-------|-----------|
| | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} |
| | T.D | peso | T.D | peso | T.D | peso | T.D | peso | T.D | peso |
| 1961 | 5 | 209,6 | 9 | 191,0 | 7 | 198,3 | 4 | 165,9 | 25 | 192,7 |
| 1962 | 5 | 187,7 | 3 | 200,0 | 7 | 168,9 | 9 | 167,1 | 24 | 176,0 |
| 1963 | 7 | 222,1 | 2 | 213,3 | 6 | 210,9 | 15 | 191,8 | 30 | 204,1 |
| 1964 | 7 | 210,0 | 7 | 215,1 | 8 | 191,8 | 21 | 173,6 | 43 | 189,7 |
| 1965 | 9 | 214,4 | 8 | 216,1 | 5 | 172,7 | 29 | 158,4 | 51 | 178,8 |
| 1966 | 5 | 177,0 | 6 | 169,8 | 8 | 178,4 | 31 | 135,5 | 50 | 150,6 |
| 1967 | 7 | 196,3 | 8 | 182,3 | 13 | 173,3 | 36 | 171,3 | 64 | 175,8 |
| 1968 | 11 | 190,4 | 9 | 223,1 | 11 | 195,8 | 32 | 172,6 | 63 | 187,0 |
| Total | 56 | 201,7 | 52 | 201,2 | 65 | 185,6 | 177 | 164,8 | 350 | 180,0 |

T.D = Terneros destetados.

Cuadro 15. Análisis de variancia para pesos al destete. (Método: cuadrado ponderado de los promedios).

| F. V. | G. L. | C. M. |
|------------|-------|-------------|
| Año | 7 | 10.472,4 ** |
| Raza | 3 | 30.873,0 ** |
| Año x Raza | 21 | 495,1 N.S. |
| Error | 318 | 644,7 |
| Total | 349 | |

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

N.S. No significativo

La raza de los animales reveló una influencia altamente significativa sobre los pesos de los terneros destetados. Los promedios de pesos en kilogramos para las diferentes razas estudiadas fueron de 201,7 para la raza Criollo, 201,2 para la Santa Gertrudis, 185,6 para la Brahman y 164,8 para la Romo Sinuano (cuadro 14). Las razas Criollo y Santa Gertrudis al ser comparadas no difirieron significativamente en el peso al destete de sus crías, pero demostraron destetar terneros significativamente ($P \leq 0,01$) más pesados que los de las razas Brahman y Romo Sinuano. Los contrastes en las razas Brahman y Romo Sinuano indicaron que los pesos al destete de los becerros Brahman son estadísticamente superiores ($P \leq 0,01$) a los de la raza Romo Sinuano (cuadro 16).

Cuadro 16. Comparaciones de las razas. (Promedios de peso al destete).

| Razas | Criollo | Santa Gertrudis | Brahman | Romo Sinuano |
|-----------------|---------|-----------------|---------|--------------|
| Criollo | | N. S. | ** | ** |
| Santa Gertrudis | | | ** | ** |
| Brahman | | | | ** |
| Romo Sinuano | | | | |

N.S. No significativo

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

2. Kilogramos de peso de destete por vacas expuestas a toro

El número de vacas expuestas a toro y los pesos al destete por vaca expuesta a toro en las razas y años considerados son presentados en el cuadro 17.

Cuadro 17. Promedio de peso al destete por vaca expuesta a toro (Kg).

| Año | Criollo | | Brahman | | Romo Sinuano | | Santa Gertrudis | | Total | |
|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|------------|--------------|
| | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} | Nº | \bar{x} |
| | V.E | peso | V.E | peso | V.E | peso | V.E | peso | V.E | peso |
| 1961 | 8 | 131,0 | 9 | 154,2 | 4 | 165,9 | 9 | 191,0 | 30 | 160,6 |
| 1962 | 8 | 117,3 | 9 | 131,4 | 11 | 136,7 | 11 | 54,5 | 39 | 108,3 |
| 1963 | 9 | 172,7 | 9 | 140,6 | 19 | 151,4 | 10 | 42,7 | 47 | 130,3 |
| 1964 | 9 | 163,4 | 9 | 170,5 | 22 | 165,7 | 10 | 150,6 | 50 | 163,1 |
| 1965 | 10 | 193,0 | 10 | 86,3 | 33 | 139,2 | 10 | 172,9 | 63 | 144,7 |
| 1966 | 10 | 88,5 | 10 | 142,7 | 40 | 105,0 | 10 | 101,9 | 70 | 107,6 |
| 1967 | 11 | 124,9 | 17 | 132,5 | 44 | 140,1 | 12 | 121,5 | 84 | 133,9 |
| 1968 | 15 | 139,6 | 14 | 153,9 | 45 | 122,8 | 15 | 133,9 | 89 | 132,4 |
| Total | 80 | 141,2 | 87 | 138,7 | 218 | 133,8 | 87 | 120,3 | 472 | 133,5 |

V.E = Vacas expuestas a toro.

El análisis de variancia para los efectos de año, raza e interacción Año x Raza es dado en el cuadro 18.

Los años y la interacción Raza x Año tuvieron un efecto altamente significativo en los pesos de destete por vaca expuesta a toro.

Cuadro 18. Análisis de variancia para pesos al destete por vaca expuesta a toro.

| F. V. | G. L. | C. M. |
|------------|-------|---------------|
| Año | 7 | 16.832,25 ** |
| Raza | 3 | 8.191,15 N.S. |
| Año x Raza | 21 | 12.810,24 ** |
| Error | 440 | 6.593,01 |
| Total | 471 | |

N.S. No significativo

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

Los promedios para años (cuadro 17) indicaron que los más altos pesos al destete por vaca expuesta a toro fueron obtenidos en los años 1961 y 1964 y los más bajos, en 1962 y 1966.

La interacción año por raza muestra que las diferencias en el comportamiento de las razas estudiadas fueron altamente significativas a través de los años.

La raza no tuvo efecto significativo en los pesos al destete por vaca expuesta a toro, sin embargo los promedios para cada una de las razas indicaron que el peso al destete por vaca expuesta a toro es diferente en cada una de las razas y que la raza Criollo fue superior con un peso de 141,1 Kg en comparación con el resto de las razas que tuvieron pesos al destete de 138,7, 133,8 y 120,2 Kg para las razas Brahman, Romo Sinuano y Santa Gertrudis, respectivamente. En el caso

de la raza Santa Gertrudis, aunque su potencialidad de crecimiento (cuadro 11) es similar a la raza Criollo, mostró el más bajo peso al destete por vaca expuesta a toro, que fue principalmente debido a un pobre comportamiento reproductivo (cuadros 3 y 6).

DISCUSION

I. Comportamiento reproductivo

Los resultados encontrados para el largo de intervalo entre partos de las razas consideradas indicaron un efecto altamente significativo debido a año. Este efecto de año está asociado también con las influencias debidas a edad, peso de la madre y toros usados durante el experimento, además de los efectos debidos a manejo y medio ambiente que en este caso específico, fueron difíciles de separar. La raza mostró tener un efecto altamente significativo, siendo la raza con menor intervalo entre partos, la Romo Sinuano y la de mayor intervalo, la Santa Gertrudis. Las razas Romo Sinuano, Criollo y Brahman demostraron no diferir estadísticamente en el largo de su intervalo entre parto. Si el objetivo de una explotación de ganado es que cada uno de los vientres tenga una cría cada año, las razas Romo Sinuano, Criollo y Brahman son los que estuvieron cerca de cumplir con ese objetivo.

Los resultados observados en este trabajo concuerdan con los encontrados por Carmona y Muñoz (15) quienes indicaron diferencias significativas entre el intervalo entre partos de las razas Criollo, Jersey y Suizo. Algunos de los intervalos entre parto encontrados en este estudio difieren de los reportados en la literatura. Linares y Plasse (44) reportaron intervalos entre partos mayores para la raza Brahman. Sin embargo valores de 362 y 368 días de intervalo fueron reportados por Galukonde et al. (28) y Williams y Bunge (78) para algunos de las especies de cebú del este de Africa.

Los porcentajes al nacimiento, indicaron que las razas estudiadas difirieron en esta medida. Estos resultados mostraron que la raza Santa Gertrudis tuvo mayores problemas de fertilidad que las demás razas consideradas. Esta diferencia en el caso de la comparación de la raza Santa Gertrudis con la Romo Sinuano fue de la magnitud de 24,5% y de 17,3 y 10,5% para las comparaciones con las razas Brahman y Criollo respectivamente. Diferencias entre razas en porcentajes al nacimiento son encontrados en la literatura. Temple (74) estudió el comportamiento reproductivo de las diferentes razas existentes en el sur-este de los Estados Unidos e indicó que el porcentaje de nacimiento es diferente en las razas Angus, Brahman, Brangus, Hereford, Santa Gertrudis y Shorthorn. Este autor señaló también que el estado de la lactancia (vacas en producción o secas) tiene diferentes efecto sobre los porcentajes de nacimiento (74,9 y 78,1 respectivamente) y que los más bajos fueron para las razas Shorthorn y Santa Gertrudis. Diferencias en porcentajes al nacimiento en Angus, Hereford y Shorthorn fueron señalados por Gaines y otros (27) que confirmaron los resultados encontrados en este trabajo y los presentados por Temple (74).

Los resultados obtenidos en los porcentajes de terneros destetados indicaron que el factor Año no tuvo un efecto significativo sobre esta medida, sin embargo al igual que en los porcentajes de nacimiento, en los años 1962, 1963 y 1968 fueron encontrados los más bajos porcentajes, teniendo su máxima desviación del promedio (12,5) en el año 1962. Diferencias debidas a años en porcentaje de becerros nacidos y destetados fueron encontrados por Temple (74) quien indicó que estas diferencias debidas a años son un reflejo del problema de la

reproducción en el ganado de carne. Los porcentajes de terneros destetados mostraron estar influenciados por el factor raza. Los resultados obtenidos indicaron que la raza Romo Sinuano destetó un mayor porcentaje de los becerros nacidos y que entre la raza Brahman y Criollo, no existió diferencia estadísticamente significativa. La raza Santa Gertrudis fue la de menor porcentaje cuando se le comparó con el resto de las razas consideradas. Resultados similares en cuanto a diferencias entre razas en porcentajes al destete, han sido encontrados por varios autores (27, 53, 75). En general, estos autores indican que existe una clara diferencia entre razas cuando la fertilidad está evaluada en el porcentaje de becerros nacidos y destetados.

Los resultados encontrados en este trabajo indicaron que la raza Santa Gertrudis fue la de mayor problema de fertilidad. Estos datos están en desacuerdo con los presentados por Calo y otros (14) quienes manifiestan que la raza Santa Gertrudis en Filipinas se ha comportado mejor que todas las razas europeas y que pueden obtenerse hasta 80% en los porcentajes de destete. Los resultados encontrados en la raza Brahman en relación con esta medida son muy similares con los obtenidos por Kincaid (33) y Reynolds (59). Sin embargo Turner (75) y Burns (12) obtuvieron porcentajes de destete de 60 a 65% en la raza Brahman.

La habilidad de la madre para criar su progenie desde el nacimiento hasta el destete medida a través del porcentaje de terneros destetados en relación con los becerros nacidos no indicó diferencias entre las razas estudiadas. Los resultados mostraron que las pérdidas de terneros entre el nacimiento y destete no fueron de consideración. Sin embargo, cabe notar que la raza Romo Sinuano tuvo un mayor

porcentaje de terneros destetados (96,2) en relación con los nacidos y que la raza Brahman fue la que destetó un menor número (99,9). Kincaid (33) indica que existe diferencia entre razas en las pérdidas de becerros entre el nacimiento al destete. Este autor dice que entre las razas europeas (Angus, Hereford, Shorthorn), las mayores pérdidas ocurrieron en la raza Shorthorn y entre las razas de Cebú (Brahman, Brangus y Santa Gertrudis), las mayores pérdidas ocurrieron en la raza Santa Gertrudis.

II. Productividad de las razas

El peso de destete ha sido una medida bastante usada para medir la productividad de una raza. Esta medida refleja directamente la potencialidad de crecimiento del animal con respecto a la habilidad de la madre para destetar terneros pesados. Los resultados encontrados en este trabajo indicaron que los pesos al destete fueron diferentes en las razas estudiadas y que las razas Criollo y Santa Gertrudis tuvieron los más altos pesos. Estas dos razas no presentaron diferencias entre ellas. La raza Brahman tuvo un peso inferior a las dos anteriores, pero superior a la Romo Sinuano. Los resultados obtenidos en el comportamiento reproductivo de las razas estudiadas asociados con los promedios de peso al destete parecen indicar que las razas que tuvieron un bajo comportamiento reproductivo (Santa Gertrudis y Criollo) destetaron terneros más pesados. Este resultado puede ser debido a que estas razas tienen mayor habilidad para producir leche que las razas Romo Sinuano y Brahman, y posiblemente la lactancia tenga mayor efecto sobre su fertilidad. Temple (74) menciona que el es-

tado de la lactancia afecta de diferente manera a las razas. En Brahman, los porcentajes de nacimiento son distintos dependiendo de si las vacas están en producción (71,1) o secas (79,7), en cambio en la raza Hereford los porcentajes al nacimiento encontrados para vacas en producción fueron (82,7) y (77,7) para vacas secas.

Resultados similares a los encontrados en este trabajo, en relación con la diferencia en los pesos al destete han sido presentados por Turner y otros (75) quienes encontraron que los pesos al destete de la raza Brangus fueron superiores al Brahman y éstas a su vez superiores a los del Angus y Hereford.

En la literatura, hay escasez de trabajos en relación con las razas utilizadas en este estudio. Resultados obtenidos en algunos trabajos hechos en la raza Santa Gertrudis (12, 54) concuerdan con los resultados en peso al destete obtenidos en este trabajo. En el caso de la raza Brahman, Burns (12) presentó resultados en peso de destete similares a los obtenidos aquí en Turrialba, pero diferentes de los señalados por Reynolds (60) y Turner (75).

Así como los porcentajes de preñez, nacimiento, destete y números de servicios por preñez indican el comportamiento reproductivo del ganado de carne (15, 23, 42, 45, 77), algunos autores (19, 29, 30, 51) señalan que el peso de destete es una de las medidas de mayor importancia económica en la evaluación de la productividad del ganado de carne. Sin embargo, estas medidas, si se consideran por separado, ninguna de ellas revela la verdadera productividad de la explotación. Los pesos al destete por vaca expuesta a toro encierran tanto el comportamiento reproductivo como la potencialidad de crecimiento de la

raza y da una mejor estimación del verdadero valor de una raza en una explotación ganadera.

Los resultados obtenidos en este estudio aunque no fueron diferentes estadísticamente indicaron que si se asocian el comportamiento reproductivo y la potencialidad de crecimiento de las razas estudiadas, la raza Criollo produjo mayores pesos al destete que el resto de las razas utilizadas. La Santa Gertrudis que tuvo similares pesos al destete que la raza Criollo produjo un menor peso al destete por vaca expuesta a toro debido a sus problemas de fertilidad. En cambio la raza Romo Sinuano que tiene el más lento crecimiento de las razas estudiadas (Peso destete Romo Sinuano 164,8 Kg vs Santa Gertrudis 201,2 Kg) fue capaz de producir 13,6 Kg más en el peso al destete que la raza Santa Gertrudis. La raza Brahman tuvo una productividad muy similar a la raza Criollo y fue superior a la raza Romo Sinuano y Santa Gertrudis. Muy pocos trabajos se encuentran a la literatura que evalúan la productividad de una raza por el peso de destete por vaca expuesta a toro. Un trabajo hecho por Turner et al (75) reveló que el peso al destete de las razas Brahman y Brangus fue muy similar al destete; sin embargo, debido a un mejor comportamiento reproductivo de la raza Brangus, este obtuvo superiores pesos al destete por vaca expuesta a toro que la Brahman. Peter y Slen (53) señalaron que el pobre comportamiento reproductivo del cattalo (cruzas Bos taurus x Bos bison) fue la razón principal de la obtención de menores pesos al destete por vaca expuesta a toro cuando fue comparada con la raza Hereford.

Si una raza para que llene su objetivo como productora de carne

debe de poseer buenas cualidades en su reproducción y un buen potencial de crecimiento, los resultados obtenidos en este estudio indicaron que las razas Criollo y Brahman bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio fueron las que acusaron mejor productividad. Estos resultados también denotan que la potencialidad de crecimiento sin una buena fertilidad (como en el caso de la raza Santa Gertrudis) son desventajas y pueden hacer de una raza económicamente no explotable. Esto mismo puede suceder en caso opuesto (Romo Sinuano).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Datos sobre intervalo entre partos, porcentaje de becerros nacidos y destetados, pesos al destete de animales destetados y pesos al destete por vaca expuesta a toro, fueron analizados con el fin de evaluar la productividad en relación con el comportamiento reproductivo en el ganado de carne. Las observaciones fueron hechas en cuatro hatos de las razas Brahman, Santa Gertrudis, Criollo y Romo Sinuano en el Departamento de Zootecnia del IICA - CEI, Turrialba, Costa Rica durante los años 1961 a 1969.

El comportamiento reproductivo fue medido a través del intervalo entre partos, porcentajes de becerros nacidos y destetados y la habilidad materna. Un total de 491 intervalos entre partos fueron analizados en las cuatro razas estudiadas. Los resultados encontrados indicaron diferencias altamente significativas entre razas, correspondiéndole el menor intervalo a la raza Romo Sinuano (424,3 días) y el mayor, a la raza Santa Gertrudis (488,6 días). La raza Brahman y la Criollo tuvieron intervalos de 437,3 y 429,6 días respectivamente. En los porcentajes de nacimiento y de destete, la raza mostró tener un efecto significativo en ambas medidas. Los porcentajes de nacimiento y de destete respectivamente fueron para la raza Criollo 73,7 y 70,0; Santa Gertrudis 63,2 y 59,8; Brahman 80,5 y 74,7; Romo Sinuano 87,7 y 84,3.

En general, la raza Romo Sinuano fue estadísticamente superior y la raza Santa Gertrudis inferior al resto de las razas consideradas. Para la habilidad materna, las diferencias encontradas entre las ra-

zas no fueron estadísticamente significativas.

La productividad fue medida a través del peso al destete y la medida peso al destete por vaca expuesta a toro fue utilizada para estimar la asociación entre productividad y comportamiento reproductivo. Diferencias significativas entre razas fueron encontradas en el peso al destete. Las razas Criollo y Santa Gertrudis tuvieron mayores pesos al destete ($P \leq 0,01$) que las razas Brahman y Romo Sinuano. Los promedios de pesos de destete (en Kg) para las diferentes razas fueron: Criollo 201,6; Santa Gertrudis 201,2; Brahman 185,6 y Romo Sinuano 164,8. Sin embargo, aunque las diferencias no fueron significativas para el peso al destete por vaca expuesta a toro, los pesos (Kg) 141,1, 138,7, 133,8 y 120,2 para las razas Criollo, Brahman, Romo Sinuano y Santa Gertrudis respectivamente fueron observados.

De los resultados obtenidos en este estudio en relación con la productividad de las razas estudiadas, medida por el peso al destete por vaca expuesta a toro, se puede concluir, que:

La baja productividad de la raza Santa Gertrudis estuvo relacionada directamente con su pobre comportamiento reproductivo. (Porcentaje al nacimiento y al destete).

La baja productividad de la raza Romo Sinuano estuvo asociada con su lento desarrollo (peso al destete).

Las razas que mejor combinaron su aspecto reproductivo y potencialidad de desarrollo fueron la Criollo y la Brahman.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Data on calving interval, calving and weaning rate, weaning weight of offspring and kilograms of calf weaned per cow bred were analyzed in order to evaluate the productivity with regard to the reproductive efficiency of the beef cattle. Observations have been performed by four herds of Santa Gertrudis, Criollo, Brahman and Romo Sinuano in the IICA-CEI Animal Husbandry, Department, Turrialba, Costa Rica, during the years from 1961 to 1969.

Reproductive efficiency has been measured through calving interval, calving and weaning rate and mothering ability. 491 calving intervals were analyzed in the four breeds. The results found indicated highly significant differences ($P \leq 0,01$) between breeds. The breed Romo Sinuano had the shortest calving interval (424.3 days) and Santa Gertrudis the longest (488.6 days). The breeds Brahman and Criollo had calving intervals of 437.3 and 429.6 days respectively. With respect to calving and weaning rate, analysis of variance demonstrated significant effects between breeds ($P \leq 0.05$) in both measures. The calving and weaning rate were respectively for Criollo 73.7 and 70.0; Santa Gertrudis 63.2 and 59.8; Brahman 80.5 and 74.7; Romo Sinuano 87.7 and 84.3. In general, the Romo Sinuano breed was statistically ($P \leq 0.05$) higher and Santa Gertrudis lower than the remaining breeds. For the mothering ability, differences shown between breeds were not significant statistically.

One method of comparing breeds for productivity was with weaning weights which include mothering ability and inherent growth rate.

Significant differences between breeds were found with respect to weaning weights. The breeds Criollo and Santa Gertrudis had higher weaning weights ($P \leq 0.01$) than Brahman and Romo Sinuano. The average weaning weights (kg.) for the different breeds were Criollo 201.6, Santa Gertrudis 201.2, Brahman 185.6 and Romo Sinuano 164.8.

A more useful means to compare breeds is to use the weaning weights as expressed on the basis of kilograms per cow bred. This includes reproductive efficiency in addition to mothering ability and growth rate. Significant differences were not observed between breeds with regard to this measure. However, the average were (kgs) 141.1, 138.7, 133.8 and 120.2 for the breeds Criollo, Brahman, Romo Sinuano y Santa Gertrudis respectively.

From the results obtained in this study with regard to the productivity of the breeds studied, measured by the weight of calf weaned per cow bred, we can conclude:

The low productivity of the Santa Gertrudis breed was caused by their poor reproductive efficiency (calving and weaning rate).

The low productivity of the Romo Sinuano breed was caused by their slow growth (weaning weight).

Criollo and Brahman were the breeds which best combine good reproduction with acceptable growth potential.

LITERATURA CITADA

1. AHMED, I. A. y TANTAWY, A. O. Causes of variation in the gestation period of Egyptian cows and buffaloes. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 24(95):2136-2221. 1956.
2. ALBA, J. DE y MUÑOZ, H. Evolución de los hatos del Departamento de Zootecnia del IICA. Turrialba, en prensa.
3. AMBLE, V. N., KRISHNAN, D. S. t 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(2):83-92. 1958.
4. BAKER, A. L. y QUESENBERRY, J. R. Fertility of range beef cattle. *Journal of Animal Science* 3(1):78-89. 1944.
5. 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.
6. BOND, J., WILTBANK, J. N. y COOK, A. C. Cessation of estrus and ovarian activity in a group of beef heifers on extremely low levels of energy and protein. *Journal of Animal Science* 17(4):1211. 1953.
7. BOWLING, G. A., PUTNAM, D. N. y ROSS, R. H. Age as a factor influencing breeding efficiency in a dairy herd. *Journal of Animal Science* 23(12):1171-1176. 1940.
8. BOYD, L. J., SEATH, D. M. y OLDS, D. Relationship between level of milk production and breeding efficiency in dairy cattle. *Journal of Animal Science* 13(1):89-93. 1954.
9. BRATTON, R. W. et al. Causes and prevention of reproductive failures in Dairy Cattle. II. Influence of under feeding and overfeeding to 80 weeks of age on growth, sexual development and semen production of Holstein Bulls. Cornell Agricultural Experiment Station. Bulletin 940. 1959. 45 p.
10. BRINKS, J. S. et al. Adjusting birth weight, weaning weights and pre weaning gain for sex of calf in range Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 20(2):363-367. 1961.
11. BROWN, L. O. et al. An analysis of the components of variance in calving interval in a range herd of beef cattle. *Journal of Animal Science* 13(2):511-516. 1954.

12. BURNS, W. C. Adaptation to Florida. In Cunha, J. J., Koger, M. y Warnick, A. C. Cross breeding beef cattle. Gainesville, University of Florida Press, 1963. pp. 131-133.
13. _____, et al. Beef cattle production data from the West Central Florida Experiment Station from 1953 to 1958. An Husb. Nutr. Mimeo Series No 60-2. 1959. (Original no consultado, citado en Koger, W. L. et al. Reproductive performance of crossbred and straightbred Cattle on different pasture program in Florida. Journal of Animal Science 21(1):14-19. 1962).
14. CALO, L. L. et al. The performance of Santa Gertrudis Cattle and crosses in the Philipines. Philipines Agriculturist 43: 589-603. 1960.
15. CARMONA, S. y MUÑOZ, H. Intervalo entre partos y número de servicios por preñez en vacas Criollas, Jersey y encastadas de Suizo en clima tropical húmedo. Reunión Latinoamericana de Producción Animal 1ª Maracay, 1966. Memoria. México, D. F., A.L.P.A. pp. 7-9.
16. CUNDIFF, L. V. Improvement of beef cattle through breeding method. Nebraska Agricultural Experiment Station. Bulletin 196. 1968. 45 p.
17. _____. Effects of certain factors and their two-way interactions on weaning weight in beef cattle. Journal of Animal Science 25(4):972-982. 1966.
18. DAMON Junior, R. A. et al. Performance of crossbred beef cattle in the Gulf Coast Region. Journal of Animal Science 18(1): 437-447. 1959.
19. DAWSON, W. M. et al. Selection for increased weights of six month old beef cattles Brahman Angus population. Journal of Animal Science 13(2):556-562. 1953.
20. DEESE, R. E. y KOGER, M. Heritability of fertility in Brahman and crossbred cattle. Journal of Animal Science 26(5): 984-987. 1967.
21. DICKEY, R. I. y CARTWRIGHT, T. C. Reproduction in tropically adapted beef cattle. Journal of Animal Science 25(1):251. 1966.
22. DUNBAR, R. S. y HENDERSON, C. R. Heritability of fertility in dairy cattle. Journal of Dairy Science 36(10):1063-1071. 1953.
23. ENSMINGER, M. E., GALCAN, W. y SLOCUM, W. L. Problems and practices of american gattleman. Washington Agricultural Experiment Station. Bulletin 562. 1955. 89 p.

24. ERB, R. E. y WALDO, D. R. Seasonal changes in fertility of dairy bulls in Northwestern Washington. *Journal of Dairy Science* 35(3):245-249. 1952.
25. _____, WILBUR, J. W. y HILTON, J. H. Some factors affecting breeding efficiency in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 23(6):549. 1949.
26. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1950. Summary report of breeding work in Nigeria. Report to FAO Conference (Mimeograph). (Original no consultado, citado en Mahadevan, P. Dairy Cattle Breeding in the Tropics. Farnham Royal, Bucks, England. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1958. 88 p.
27. 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.
28. GALUKANDE, E. B., MAHADEVAN, P. y BLACK, J. G. Milk production in East African Zebu cattle. *Animal Production* 4(3): 329-336. 1962.
29. GIFFORD, W. Records of performance tests for beef cattle in breeding herds, milk production. Arkansas Agricultural Experiment Station. Bulletin no 531. 1953. 34 p.
30. GREGORY, K. E., BLUNN, T. C. y BAKER, M. L. A study of some of the factors influencing the birth and weaning weight of beef calves. *Journal of Animal Science* 9(3):338-346. 1950.
31. HILDER, R. A., FOHRMAN, M. H. y GRAVES, R. R. Relations of various factors to the breeding efficiency of dairy animals and the sex ratio of the offspring. *Journal of Dairy Science* 27(6):981. 1944.
32. JOHNSON, M. B. Ranch organization and management in Western North Dakota. North Dakota Agricultural Experiment Station Bulletin no 237. 1930. 78 p.
33. KINCAID, C. M. Reproduction performance of beef at all experiment stations in Southeastern United States. Annual Meeting S-10. Technical Committee Report. Sept. 1-4. 1957. (Original no consultado; citado en Reynolds, W. L. Breeds and Reproduction. In Cunha, T., Warnick, A. y Koger, M. Factors affecting calf crop. Gainesville, University of Florida Press, 1967. pp. 244-259).
34. KIRK, W. et al. Levels of pasture nutrition and breeding. In Cunha, T., Warnick, A. y Koger, M. Factors affecting calf crop. Gainesville, University of Florida Press, 1967. pp. 92-97.

35. KNAPP Junior, B. y BLACK, W. H. Factors influencing rate of gain of beef calves during the suckling period. *Journal of Agricultural Research* 63(4):249-254. 1941.
36. _____ y CLARK, R. T. Revised estimates of heretability of economic characteristics in beef cattle. *Journal of Animal Science* 9(4):582-587. 1950.
37. _____ y NORDSKOG, A. W. Heretability of growth and efficiency in beef cattle. *Journal of Animal Science* 5(1):59-70. 1946.
38. KOCH, R. M. y CLARK, R. T. Influence of sex, season of birth, and age of dam on economic traits in range beef cattle. *Journal of Animal Science* 14(2):386-397. 1955.
39. KOGER, M. y KNOX, J. H. The effect of sex on weaning weight of range calves. *Journal of Animal Science* 4(1):15-19. 1945.
40. _____ et al. Reproductive performance of crossbred and straightbred cattle on different pasture programs in Florida. *Journal of Animal Science* 21(1):14-19. 1962.
41. LASLEY, J. F. y BOGART, R. Some factors influencing reproductive efficiency of range cattle under artificial and natural breeding conditions. *Montana Agricultural Experiment Station. Research Bulletin n° 376.* 1943. 56 p.
42. LEGATES, J. E. Genetic variation in services per conception and calving interval in dairy cattle. *Journal of Animal Science* 13(1):81-88. 1954.
43. LEWIS, R. C. Effects of season upon espermatogenesis and fertility of dairy bulls under Michigan conditions. *Journal of Animal Science* 7(4):514. 1948.
44. LINARES, G. T. y PLASSE, D. Caracteres reproductivos en un hato Brahman de Venezuela. *Reunión Latinoamericana de Producción Animal 1ª Maracay, 1966. Memoria. México, D. F., A.L.P.A.* pp. 155-163.
45. LINDLEY, C. E. et al. A study of the reproductive performance of a purebred Hereford herd. *Journal of Animal Science* 17(2):336-341. 1958.
46. LUEKE, C. E., BROWN, C. J. y GIFFORD, W. Repeatability of cow performance traits. *Journal of Animal Science* 22(1):245. 1963.
47. MARLOWE, T. J. Weights and grades of beef cattle and their relation to performance. *Virginia Agricultural Experiment Station Bulletin n° 537.* 1962. 50 p.

48. MARSHALL, F. H. A. y PEEL, W. R. Fatness as a cause of sterility. *Journal of Agricultural Science* 3:383-385. 1910.
49. MERCIER, E. y SALISBURY, G. W. Seasonal variations in hours of daylight associated with fertility level of cattle under natural breeding conditions. *Journal of Dairy Science* 30(10):747-755. 1947.
50. NELMS, G. E. y BOGART, R. The effect of birth weight, age of dam and time of birth on suckling gains of beef calves. *Journal of Animal Science* 15(3):662-666. 1956.
51. PEACOCK, F. M., KIRK, W. G. y KOGER, M. Factors affecting the weaning weight of range calves. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin nº 578. 1960. 12 p.
52. _____ et al. Genetic and environmental influences on weaning weight and slaughter grade of Brahman, Shorthorn and Brahman Shorthorn crossbred calves. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin nº 624. 1960. 15 p.
53. PETERS, H. F. y SLEN, S. B. Range calf production of cattle x Bison, cattalo, and Hereford cows. *Canadian Journal of Animal Science* 46(3):157-164. 1966.
54. PLASSE, D. y KOGER, M. Estudio del peso al nacer y al destete en un rebaño Santa Gertrudis. Reunión Latinoamericana de Producción Animal 1ª Maracay, 1967. Memoria. México, D. F., A.L.P.A. pp. 7-22.
55. _____, KOGER, M. y WARNICK, A. C. Reproductive behaviour of *Bos indicus* females in a subtropical environment. Calving intervals, intervals from first exposure to conception and intervals from parturition to conception. *Journal of Animal Science* 27(1):105-112. 1968.
56. POSTON, H. A., HULBERG, L. C. y LEGATES, J. E. Analisis of seasonal fluctuations on reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 45(11):1376-1379. 1962.
57. PRIECE, D. A. et al. Rate and efficiency of gains in beef cattle. Oregon Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin nº 46. 1959. 23 p.
58. REYNOLDS, W. L. Breeds and reproduction. In Cunha, T., Warnick, A. y Koger, M. Factors affecting calf crop. Gainesville, University of Florida Press, 1967. pp. 244-259.

59. REYNOLDS, W. L. Genetic and environmental influences affecting birth weights, weaning data and reproductive performance in beef cattle. Ph.D. thesis, University of Florida, Gainesville, Florida, 1960. (Original no consultado, citado en Warnick, A. C. y Reynolds, W. L. Reproductive performance. In Cunha, T., Warnick, A. y Koger, M. Crossbreeding beef cattle. Gainesville, University of Florida Press, 1967. pp. 82-87).
60. _____ . Genetic and environmental factors affecting weaning performance of calves at the range cattle station. Journal of Animal Science 17(4):1143-1144. 1958.
61. _____ et al. Reproductive performance of Angus and Brahman bulls mated to straight bred and Angus - Zebu cross cows. Journal of Animal Science 24(1):287. 1965.
62. RICE, F. J. et al. Fertility of beef cattle raised under range conditions. Montana Agricultural Experiment Station Bulletin no 561. 1961.
63. ROLLINS, W. C. y WAGNON, K. A. A genetic analysis of weaning weights in a range beef herd operated under optimum and sub optimum nutritional regimes. Journal of Animal Science 15(1):125-133. 1956.
64. ROUSSEL, J. D. Influence of incandescent light on reproductive and physiological responses of bovine bulls. Journal of Dairy Science 47(2):175-178. 1964.
65. SAWYER, W. A., BOGART, R. y OLUFA, M. M. Weaning weight of calves as related to age of dam, sex and color. Journal of Animal Science 7(4):514. 1948.
66. SCHILLING, E. S. y ENGLAND, N. C. Some factors affecting reproduction in beef cattle. Journal of Animal Science 27(5): 1363-1367. 1968.
67. SCOTT, G. H. y WILLIAMS, R. J. Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. Journal of Dairy Science 45(11):1369-1375. 1962.
68. SEATH, D. M. y STAPLES, C. H. Some factors influencing the reproductive efficiency of Louisiana herds. Journal of Dairy Science 24(6):510. 1941.
69. SINGH, O. N. Heritability and repeatability of calving interval in Tharparkar cattle. Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry 28(1):21-24. 1958.

70. STONAKER, H. H. Breeding for beef. Colorado Agricultural Experiment Station. Bulletin 501-S. 1958. 58 p.
71. SUTTON, T. S., KRAUSS, W. E. y HANSARD, S. L. The effect of vitamin A deficiency on the young male bovine. Journal of Dairy Science 23(6):574. 1940.
72. SWEETMAN, W. J. Artificial breeding in Alaska and the effect of extra light during the short winter day. Journal of Dairy Science 33(6):391. 1950.
73. TANABE, T. y SALISBURY, G. W. The influence of age on breeding efficiency of dairy cattle in artificial insemination. Journal of Dairy Science 29(6):337-344. 1946.
74. TEMPLE, R. S. Reproductive performance in the South. In Cunha, T., Warnick, A. y Koger, M. Factors affecting calf crop. Gainesville, University of Florida Press, 1967. pp. 15-26.
75. TURNER, J. W. et al. Reproductive performance of straightbred and crossbred beef cows in Louisiana. Louisiana Agriculture 10(2):10-12. 1967.
76. WARNICK, A. C., MEADE Junior, J. H. y KOGER, M. Factors influencing pregnancy rate in Florida beef cattle. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin n^o 623. 1960. 10 p.
77. WARNICK, E. J. Reproductive performance in world regions. In Cunha, T., Warnick, A. y Koger, M. Factors affecting calf crop. Gainesville, University of Florida Press, 1967. pp. 4-10.
78. WILLIAMS, E. y BUNGE, V. A. Development of the Zebu herd of Bukedi cattle at Severe, Uganda. Empire Journal of Experiment Agriculture 27(78):142-160. 1952.
79. WILTBANK, J. N. 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 n^o 1314. 1965. 41 p.
80. WITT, H. G. et al. The effect of level protein intake and alfalfa meal on reproduction and gains in beef cows. Journal of Animal Science 17(4):1211. 1958.