



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**EFFECTO DE INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VAQUILLAS DE
REEMPLAZO CON DIFERENTE PATERNIDAD EN LA REGIÓN
TROPICAL.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

IVONNE ZAMUDIO MONTERO.

ASESOR: DR. MIGUEL ÁNGEL CARMONA MEDERO.

COASESOR: DR. FERNANDO OSNAYA GALLARDO.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX. 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

Efecto de interacción genotipo ambiente sobre el comportamiento productivo de vaquillas de reemplazo con diferente paternidad en la región tropical.

Que presenta la pasante: **IVONNE ZAMUDIO MONTERO**

Con número de cuenta: **40902091-9** para obtener el Título de: **Médica Veterinaria Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de marzo de 2015.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

| | NOMBRE | FIRMA |
|---------------------|--|-------|
| PRESIDENTE | Dr. Miguel Ángel Camona Medero | |
| VOCAL | M.P.A. Lucas Gelacio Melgarejo Velázquez | |
| SECRETARIO | M.V.Z. Carlos Raúl Romero Basurto | |
| 1er SUPLENTE | M.V.Z. Gustavo Díaz Manríquez | |
| 2do SUPLENTE | M. en C. Carlos Jovito Álvarez Alonso | |

NOTA: Los sindicales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.
(Art 127 REP)

BHA/yrf

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo brindado del programa UNAM DGAPA PAPIIT IN 219111-3 a la presente investigación.

Al Dr. Miguel Ángel Carmona Medero, por su apoyo, confianza y conocimientos transmitidos para mi formación profesional, agradezco su amistad brindada.

Al Dr. Fernando Osnaya Gallardo, por sus conocimientos otorgados. A su equipo de trabajo que colaboró para ser posible la realización del presente trabajo.

A todos y cada uno de los profesores, que durante mis estudios, contribuyeron en beneficio de mi formación académica.

A la Universidad y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 4 por darme la oportunidad de recibir una formación profesional.

A mis compañeros de estudio por su apoyo, amistad y confianza brindados.

DEDICATORIA

A mi Hija: Por enseñarme que a la vida, hay que agradecerle y sonreír siempre. Porque eres el premio más grande a todos mis esfuerzos, por regalarme la dicha de tener una amiguita tan linda al ser tú mamá y por todo lo que nos falta disfrutar.
Siempre te voy a amar, ángel mío.

A mi Esposo: Por tu comprensión y gran apoyo en cada momento difícil, por decidir acompañarme a lo largo de la vida y ser el protagonista, amigo y confidente de todas mis aventuras, como testimonio de agradecimiento, te digo siempre estás presente en mi mente y corazón.
Siempre te amare.

A mis Padres: Por darme una infancia y juventud llena de cariño, enseñanzas y buenos ejemplos con valores que son ahora herramientas sólidas para ser una mujer de bien, por apoyar a la más chiquita, eternamente les estaré agradecida.
Siempre los voy a querer mucho.

A mis tres Hermanos: Por enseñarme a ser fuerte en cualquier contratiempo, porque su mezcla perfecta de coraje, sensatez y amor forjaron en mis este espíritu emprendedor, les agradezco sus buenos ejemplos que han dejado en mi.
Siempre los querré mucho.

A mis Familiares y Amistades: A todos y cada uno de ellos que directa e indirectamente me apoyaron y acompañaron en mis estudios y ahora como profesionalista.
Gracias.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1.- RESUMEN..... | 2 |
| 2.- INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 3.- REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| 3.1.- Panorama de la industria de la carne | |
| 3.1.1.- La carne y su aportación en la alimentación humana. | |
| 3.1.2.- Panorama mundial de la producción de carne..... | 6 |
| 3.1.2.1.- Población mundial de ganado bovino. | |
| 3.1.2.2.- Producción mundial de carne. | |
| 3.1.2.3.- Consumo <i>per cápita</i> de carne a nivel mundial. | |
| 3.1.3.- Situación nacional de la producción de carne..... | 10 |
| 3.1.3.1.- Población nacional de ganado bovino. | |
| 3.1.3.2.- Producción nacional de carne. | |
| 3.1.3.3.- Consumo <i>per cápita</i> de carne nacional. | |
| 3.1.4.- Panorama nacional de la región tropical..... | 13 |
| 3.1.4.1.- Extensión territorial del trópico mexicano. | |
| 3.1.4.2.- Población de ganado bovino en la región tropical. | |
| 3.1.4.3.- Producción de carne en la región del trópico. | |
| 3.1.5.- Situación actual de la producción de carne en el Estado de Veracruz..... | 16 |
| 3.1.5.1.- Población de ganado bovino en el Estado de Veracruz. | |
| 3.2.- Problemática de la producción primaria en el trópico mexicano.... | 18 |
| 3.3.- Disponibilidad de vaquillas de reemplazo..... | 19 |
| 3.4.- Importancia de la crianza de vaquillas de reemplazo..... | 22 |
| 3.5.- Actividad reproductiva vaquillas de reemplazo..... | 25 |
| 3.6.-Interacción Genotipo Ambiente | 29 |
| 4.- OBJETIVOS..... | 33 |
| 4.1.- Objetivo General | |
| 4.2.- Objetivo Específico | |
| 5.- HIPÓTESIS..... | 34 |
| 6.- MATERIAL Y METODOS..... | 39 |
| 6.1.- Marco Geográfico | |
| 6.1.1.- Ubicación | |
| 6.1.2.- Clima | |
| 6.2.- Semovientes..... | 37 |
| 6.2.1.- Alimentación | |
| 6.2.2.- Manejo Sanitario | |
| 6.2.3.- Manejo del hato | |
| 6.2.4.- Métodos estadísticos | |
| 7.- RESULTADOS | 39 |
| 8.- DISCUSIÓN..... | 42 |
| 9.- CONCLUSIÓN..... | 45 |
| 10.- REFERENCIAS..... | 46 |

1.- RESUMEN

Para determinar la presencia de interacción genotipo ambiente en el comportamiento productivo de vaquillas en base a los efectos de paternidad, en la época de sequía en la región tropical, se analizó durante 211 días (27 de Octubre de 2011 al 25 de Mayo de 2012), el crecimiento de 19 vaquillas, producto del empadre con sementales de raza pura: Brangus, Beefmaster, Suizo y Brahman. El estudio se realizó en una explotación comercial de ganado de carne, ubicado al norte del Estado de Veracruz; al inicio se identificaron las familias paternas y fueron introducidas a un esquema de pastoreo intensivo rotacional con pasto *Panicum maximun* Jacq. Mombaza, con una asignación del 3 % Peso Vivo base seca, 3 días de ocupación y 36 días de descanso. Se ofreció un suplemento nitrogenado de lento consumo a razón del 20 % de los requerimientos de materia seca. Las variables analizadas fueron: Edad y peso corporal además de la ganancia diaria de peso, se utilizó el modelo de regresión lineal para evaluar los efectos de interacción genotipo ambiente. La edad inicial promedio de las vaquillas fue 185.4 ± 5.48 días, siendo similar entre las familias paternas ($P > 0.10$). El peso corporal al inicio de la investigación fue de 171.1 ± 4.02 kg., en donde las hijas de los sementales Brangus y Brahman, tuvieron un promedio de peso corporal superior al observado en las otras dos familias paternas ($P < 0.05$). Después de 211 días de investigación, las vaquillas obtuvieron en promedio una ganancia diaria de peso de 0.247 ± 0.021 g., siendo homogénea entre las familias paternas ($P > 0.10$). Se observó que la ausencia de paralelismo en las rectas de regresión de los efectos fenotípicos sobre los efectos ambientales, muestra que los efectos de interacción genotipo ambiente están presentes en el comportamiento productivo de las vaquillas de reemplazo durante la época seca de la región tropical, destacándose el potencial de la raza Beefmaster, la que no obstante que inició con un peso menor que la Brahman, queda en el mismo grupo que ésta última, con el peso final ajustado. Aunque la ganancia de peso en la investigación fue menor a lo esperado en los cuatro grupos, las pendientes de regresión muestran que es factible lograr incrementos de peso, mayores a los 500 g diarios.

2.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, México ocupa el noveno lugar en inventario de cabezas de ganado bovino y el séptimo en producción de carne (FAOSTAT 2012). Los estados de la República Mexicana que ocupan los tres primeros lugares en población de cabezas de ganado bovino y producción de carne son Veracruz, Jalisco y Chiapas (SIAP con información de las delegaciones de SAGARPA, 2012).

La zona tropical húmeda abarca estados del sur y sureste de la república mexicana que representa el 24 % del territorio nacional y está conformada por los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Colima, Tamaulipas y Tabasco (SEMARNAT, INECC, INEGI).

En esta región, se presentan como razas dominantes las cebuinas (*Bos indicus*) seguido por las cruzas con razas europeas (*Bos taurus*), la cual se ha logrado consolidar como la zona ganadera más dinámica y de mayor expansión.

Se ha demostrado que las razas cebuinas tienen un comportamiento productivo inferior en relación con las razas europeas, ya que reflejan comparativamente una menor tasa de crecimiento, lo que implica que las vaquillas alcancen su primer parto con una edad mayor. A pesar de esto en la región se registra mayor población cebuina, que tiene mejor adaptación a las condiciones de radiación solar, temperatura, humedad y fluctuación nutricional. Sin embargo, con el fin de compensar los parámetros bajos se utilizan las cruzas europeas para mejorar el comportamiento productivo, como son el peso al nacimiento, al destete, la edad al primer parto y el intervalo entre partos (Osnaya *et al.*, 2009).

La mitad de la superficie del Estado de Veracruz, se dedica a actividades relacionadas con la producción de rumiantes y los más importantes son los bovinos productores de carne, para doble propósito y para leche (Román, 2012), en el estado se cuenta con 107,251 Unidades de Producción Pecuaria (UPP), en las que se ha registrado una demanda actual de vaquillas de reemplazo del 20% al 30% anual del hato productivo (Román, 2012).

El problema que enfrenta la producción primaria, es una deficiente productividad por una inadecuada aplicación de programas de manejo de praderas, nutricionales, reproductivos y genéticos (Osnaya *et al.*, 2011).

El potencial genético de los animales se expresa en la medida que las condiciones ambientales lo permiten. El ambiente no modifica de forma directa la constitución genética del individuo, pero sí la extensión con que se expresa. Sin embargo, cuando se considera la variación ambiental, se detecta además de esta, los efectos genéticos, un efecto adicional causado por la interacción de los mismos (Carmona, 2013).

El modelo para evaluar a las cuatro razas experimentales de la presente investigación (Brangus, Beefmaster, Suizo europeo y Brahaman) es el de interacción genotipo ambiente, con el cual se busca reflejar la raza que tiene mejor desempeño productivo, al adaptarse al clima, bajo las condiciones de manejo que se dieron en particular en la investigación. La importancia del modelo radica en la aplicación de él, en programas de mejoramiento genético, para la comercialización de material genético y su uso en diversos ambientes.

3.- REVISIÓN DE LITERATURA

3.1.- Panorama de la industria de la carne.

3.1.1.- La carne y su aportación en la alimentación humana.

La carne es la porción comestible de las masas musculares de los animales. El valor más importante de la carne radica en que es un alimento muy nutritivo, cuya ingesta es recomendada para tener una dieta equilibrada y saludable. La carne y los subproductos cárnicos son una fuente importante de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y desarrollo de cuerpo humano. (Cuadro 1). Aunque la carne aporta pocos carbohidratos y contiene poca fibra; la ventaja de una dieta que incluya la carne respecto a la exclusivamente vegetariana, es fundamental para aportar la cantidad y variedad necesaria de aminoácidos esenciales en el organismo. El sabor de la carne es favorecido con la grasa e incluso tiene dos efectos, por un lado es un realizador de los sabores y por otro es un medio de transporte de las vitaminas liposolubles. Respecto al contenido de micronutrientes, las carnes rojas son una fuente importante de hierro y suelen contener vitamina B12 y vitamina A (FAO, 2007).

Cuadro 1.- Composición nutricional de la carne de distinto origen por 100 g.

| Producto | Agua | Proteína | Grasas | Cenizas |
|--------------------------|------|----------|--------|---------|
| Carne de vacuno (magra) | 75.0 | 22.3 | 1.8 | 1.2 |
| Carne de ternera (magra) | 76.4 | 21.3 | 0.8 | 1.2 |
| Carne de cerdo (magra) | 75.1 | 22.8 | 1.2 | 1.0 |
| Carne de pollo | 75.0 | 22.8 | 0.9 | 1.2 |
| Carne de venado (ciervo) | 75.7 | 21.4 | 1.3 | 1.2 |

Fuente: FAO, 2007.

Modificado de Meat processing technology for small- to medium-scale producers.

3.1.2.- Panorama mundial de la producción de carne.

3.1.2.1.- Población mundial de ganado bovino.

La población mundial de bovinos durante el periodo 2000 a 2012 presentó un 12% de variación, creciendo de 1,302,894,674 cabezas en 2000 a 1,485,211,784 cabezas para 2012. Los países con mayor población bovina son India con 218, Brasil con 211 y China con 115 millones de cabezas. En el continente americano existen alrededor de 506,457,218 de cabezas de ganado bovino, que representan el 34.1 % del inventario mundial otros que destacan son Asia con el 35.0 %, África del 20.0 %, Europa 8.2 % y Oceanía 2.6 %. En el Cuadro 2 se muestra los 10 primeros países con mayor inventario de cabezas de ganado, y se puede apreciar que el mayor número se concentra en pocos países, los que representan alrededor del 60% del inventario mundial. México se encuentra en el noveno lugar (FAOSTAT, 2012).

**Cuadro 2.- Inventario de cabezas de ganado bovino.
Principales países productores (2012).**

| Lugar | País | Cabezas de ganado bovino | % de Participación a nivel mundial |
|-------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1 | India | 218,000,000 | 14.7 |
| 2 | Brasil | 211,279,082 | 14.2 |
| 3 | China | 115,139,600 | 7.7 |
| 4 | Estados Unidos de América | 90,768,500 | 6.1 |
| 5 | Etiopía | 53,990,061 | 3.6 |
| 6 | Argentina | 47,500,000 | 3.2 |
| 7 | Sudán | 41,917,000 | 2.8 |
| 8 | Pakistán | 36,900,000 | 2.5 |
| 9 | México | 31,925,181 | 2.1 |
| 10 | Australia | 28,418,422 | 1.9 |
| | TOTAL | 657,837,846 | 58.8 |

Fuente: FAOSTAT, 2012. (Consultado en la red mundial el día 20 de abril del 2014).

3.1.2.2.- Producción mundial de carne.

La producción de carne a nivel mundial durante 2012 fue estimada en 302,389,786 toneladas (Ton), con un crecimiento del 31.5 % durante el periodo 2000-2012. La carne bovina participó con el 20.9 % de la producción mundial durante 2012 con un crecimiento del 12.9 % durante el periodo 2000-2012 (FAOSTAT, 2012). Estados Unidos en 2012 continúa siendo el principal productor de carne de bovino; con 11,848,635 Ton, seguido de Brasil con 9,307,000 Ton y la Unión Europea con 7,690,235 Ton. (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Análisis histórico de la Producción Mundial de Carne de Bovino (Millones de toneladas).

| País | 2000 | 2004 | 2008 | 2012 | % de disminución ó aumento. 2000-2012. |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| Estados Unidos | 12,298 | 11,135 | 12,163 | 11,849 | -3.79 |
| Brasil | 6,579 | 7,774 | 9,024 | 9,307 | 29.31 |
| Unión Europea | 8,416 | 8,280 | 8,076 | 7,690 | -9.44 |
| China | 6,134 | 6,132 | 5,764 | 5,550 | -10.52 |
| Argentina | 2,718 | 3,024 | 3,132 | 2,500 | -8.72 |
| Australia | 1,988 | 2,033 | 2,132 | 2,125 | 6.45 |
| México | 1,409 | 1,544 | 1,667 | 1,821 | 29.24 |
| India | 981 | 964 | 1,037 | 1,097 | 11.82 |
| Otros | 15,543 | 17,208 | 19,579 | 21,350 | 37.36 |
| TOTAL | 56,066 | 58,094 | 62,574 | 63,289 | 12.88 |

Fuente: FAOSTAT, 2012.
Consultado en la red mundial el día 20 de abril del 2014.

En el 2012 el continente Americano participó con 48.1 % de la producción mundial de carne de bovino, seguido de Asia con el 22.4 %, Europa 16.4 %, África el 8.7 % y Oceanía con el 4.3 %. México, en un séptimo lugar con 1,820,547 toneladas de carne. (FAOSTAT 2012). En el Cuadro 3 se muestran los países con mayor producción de carne de bovinos, donde México ha logrado un incremento del 29.24 % en el periodo 2000 – 2012, similar al de Brasil y por encima de países como Estados Unidos, China y Argentina ésta última con una cultura de consumo de carne muy arraigada.

3.1.2.3.- Consumo *per cápita* de carne a nivel mundial.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) recomienda un consumo *per cápita* de carne para evitar la mal-nutrición y la sub-nutrición, de 20 kg/habitante/año de proteína animal, esto puede lograrse con un consumo de 33 kg de carne magra ó 45 kg de pescado ó 60 kg de huevos ó 230 kg de leche anual. Esta misma organización reporta a nivel mundial, que el consumo de carne por habitante es de 9.6 kg/año. Sin embargo el consumo en algunos países industrializados supera los 30 kg/año, mientras que en países en desarrollo es inferior a 10 kg/año, insuficiente y es causa de sub-nutrición y mal-nutrición.

En México el consumo es de 17 kg, superior a países de Latinoamérica como Venezuela (12 kg) y Centroamérica (10 kg) pero menor a países del primer mundo como Estados Unidos (45 kg), Unión Europea (25 kg) y a países con mayor cultura cárnica como Argentina (63 kg) y Brasil (38 kg). La FAO reporta que en el 2009 hubo un consumo *per cápita* mundial de 9.6 kg por habitante (Ponce, 2013). En el Cuadro 4 se muestra el consumo *per cápita* en diversas regiones, en donde el continente americano se encuentra en segundo lugar con un consumo de 30.5 kg/habitante/año. (Ponce, 2013).

Cuadro 4.- Consumo de carne bovina Año 2009.

| CONTINENTE | KILOS |
|------------|-------|
| Oceania | 34.7 |
| América | 30.5 |
| Europa | 16.1 |
| África | 6.4 |

Fuente: Ponce, 2013.

El consumo mundial de carne está superando la venta de otros productos agrícolas importantes, especialmente en los países en desarrollo, según el informe “Perspectivas Agrícolas 2012-2021” de la FAO y la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE) (Cuadro 5). El informe “Los países en desarrollo, a la cabeza” cita un crecimiento en el consumo *per cápita* de carne de 3,2 kg por año en los países en desarrollo (<http://www.clubdarwin.net>).

Cuadro 5.- Indicadores de oferta y demanda consumo humano *per cápita*.

| | 2010 | 2011 | 2012 | % de Incremento del 2011 a 2012 |
|---------------|----------|------|-----------|------------------------------------|
| | Millones | de | Toneladas | |
| Mundo | 42.5 | 42.4 | 42.5 | 0.24 |
| Desarrollados | 79.2 | 78.9 | 79.0 | 0.13 |
| En desarrollo | 32.4 | 32.4 | 32.7 | 0.93 |

Fuente: www.fao.org/docrep/017/al993s/al993s00.pdf
Tomado de la red mundial el día 07 de abril del 2014.

3.1.3.- Situación nacional de la producción de carne.

3.1.3.1.- Población nacional de ganado bovino.

De acuerdo con la información presentada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA), durante el periodo 2008 – 2012 el inventario total de bovino presentó pocas fluctuaciones siendo para el 2012 de 31,925,181 cabezas. De los cuales es importante destacar que el ganado para carne representa el 92.49% del inventario total con un número estimado de 29,526,542 bovinos de carne (SIAP, 2012) (Cuadro 6), (<http://www.campomexicano.gob.mx/>).

Cuadro 6.- Inventario nacional de ganado bovino.

| INVENTARIO | 2008 | 2010 | 2012 | % de Incremento de 2008 a 2012 |
|------------------------------|------------|------------|------------|--------------------------------------|
| Cabezas de ganado | | | | |
| Total de bovinos | 31,760,962 | 32,642,134 | 31,925,181 | 0.52 |
| Bovinos Productores de Carne | 29,420,059 | 30,267,511 | 29,526,542 | 0.36 |
| Bovinos Productores de Leche | 2,340,903 | 2,374,623 | 2,398,639 | 2.47 |

Fuente: SIAP, 2012.
Tomado de la red mundial el día 19 de abril del 2014.

Los estados de la República Mexicana que cuentan con mayor población de bovinos son: Veracruz con 3,774,668 representando el 11.8 %, seguido por Jalisco con 3,026,783 con un 9.5 % y Chiapas con 2,564,409 bovinos dando un 8.0 % del inventario nacional total. (SIAP, 2012.)

3.1.3.2.- Producción nacional de carne.

De acuerdo con reportes de SIAP dependencia de SAGARPA informan que la producción nacional de carne se encuentra en 3, 464,781 toneladas de ganado bovino, del cual el 13.89 % se producen en Veracruz, en Jalisco el 10.70 %, en Chiapas 6.51 %, en Sinaloa el 5.90 %, Chihuahua con 5.19 %, Baja California N. 4.36 %, Michoacán 4.34 %, Sonora 4.18 %, Tabasco 3.9 %, San Luis Potosí con el 3.35 % (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Producción de carne de bovino por estado.

| Lugar | Estado | Producción de carne (Toneladas) | % de Participación por Estado |
|-------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Veracruz | 481,098 | 13.89 |
| 2 | Jalisco | 370,696 | 10.70 |
| 3 | Chiapas | 225,443 | 6.51 |
| 4 | Sinaloa | 204,297 | 5.90 |
| 5 | Chihuahua | 179,756 | 5.19 |
| 6 | Baja California N. | 150,987 | 4.36 |
| 7 | Michoacán | 150,353 | 4.34 |
| 8 | Sonora | 144,683 | 4.18 |
| 9 | Tabasco | 135,166 | 3.90 |
| 10 | San Luis Potosí | 116,239 | 3.35 |
| | TOTAL | 2,158,718 | 62.30 |

Fuente: Adaptado de SIAP con información de las delegaciones de SAGARPA, 2012.
Consultado en la red mundial el día 10 de Marzo del 2014.

3.1.3.3.- Consumo *per cápita* de carne nacional.

De acuerdo con SIAP, los hogares mexicanos destinan 22.7% de su gasto a la alimentación. De éste gasto, uno de cada tres pesos es utilizado para comprar productos pecuarios (carne de ave, guajolote, porcino, bovino, ovino, caprino). En México se consumen alrededor de 1.9 millones de toneladas anuales de carne de bovino, lo que significa un consumo *per cápita* cercano a los 17 kg por habitante por año (Financiera Rural. 2012).

3.1.4.- Panorama nacional de la región tropical.

3.1.4.1.- Extensión territorial del trópico mexicano.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la República Mexicana tiene una extensión territorial de 1,959,248 kilómetros cuadrados (km²). Los estados que cuentan con clima tropical, son Oaxaca, Tamaulipas, Chiapas, Veracruz, Guerrero, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco y Colima que representan el 28.22 % de la nación (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Superficie territorial de los estados de la región tropical en la República Mexicana.

| Lugar | Estado | Superficie Km2 | % a Nivel Nacional |
|-------|--------------|-------------------------------|--------------------|
| 1 | Oaxaca | 93,343 | 4.76 |
| 2 | Tamaulipas | 80,148 | 4.09 |
| 3 | Chiapas | 73,681 | 3.76 |
| 4 | Veracruz | 71,856 | 3.67 |
| 5 | Guerrero | 63,618 | 3.25 |
| 6 | Campeche | 57,727 | 2.95 |
| 7 | Quintana Roo | 42,535 | 2.17 |
| 8 | Yucatán | 39,671 | 2.02 |
| 9 | Tabasco | 24,747 | 1.26 |
| 10 | Colima | 5,627 | 0.29 |
| | TOTAL | 552,953 km² | 28.22 % |

Fuente: Adaptado de INEGI, 2014.
Consultado en la red mundial el día 02 de Mayo del 2014.

3.1.4.2.- Población de ganado bovino en la región tropical.

De acuerdo con el inventario reportado por SIAP 2012, la zona tiene una población de ganado de 13,804,859 cabezas de bovinos lo que representa el 43 % de la población nacional. De los cuales el estado de Veracruz ocupa el primer lugar con 3,774,668 bovinos de doble propósito, que es 27 % del inventario de la región, seguido por Chiapas con 2,564,409 cabezas de bovinos, después Oaxaca con el 12 % y Tabasco con el 11 %. Lo que permite observar, que en los cuatro primeros estados, de los diez en lista, se concentra la mayoría de cabezas (Cuadro 9).

Cuadro 9.- Inventario de ganado bovino en la región tropical.

| Lugar | Estado | Población de Bovinos | % a Nivel Nacional | % a Nivel Región Trópico |
|-------|--------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | Veracruz | 3,774,668 | 11.82 | 27.34 |
| 2 | Chiapas | 2,564,409 | 8.03 | 18.58 |
| 3 | Oaxaca | 1,684,239 | 5.28 | 12.20 |
| 4 | Tabasco | 1,518,596 | 4.76 | 11.00 |
| 5 | Tamaulipas | 1,505,561 | 4.72 | 10.91 |
| 6 | Guerrero | 1,262,397 | 3.95 | 9.14 |
| 8 | Campeche | 640,886 | 2.01 | 4.64 |
| 7 | Yucatán | 576,037 | 1.80 | 4.17 |
| 9 | Colima | 172,589 | 0.54 | 1.25 |
| 10 | Quintana Roo | 105,477 | 0.33 | 0.76 |
| | TOTAL | 13,804,859 | 43.24 | 100.00 |

Fuente: Adaptado de SIAP con información de las delegaciones de SAGARPA, 2012.
Consultado en la red mundial el día 02 de Mayo del 2014.

3.1.4.3.- Producción de carne en la región del trópico.

El SIAP en 2012, reporta que la zona tiene una producción de 1,242,028 toneladas de carne de ganado bovino, que es 35.85 % de la producción nacional. Veracruz se destaca con una producción de 481,098 toneladas de carne de bovino que representa el 38.73 % de la producción total de la región, duplicando así a Chiapas que tiene una producción de 225,443 toneladas que refleja el 18.15 %, lo sigue Tabasco con 135,166 toneladas con un 10.88 % de la región.

Lo antes descrito pone en evidencia que la mayoría de la producción de carne se concentra en esos tres estados (Cuadro 10).

Cuadro 10.- Producción de carne de bovino por estado.

| Lugar | Estado | Producción de carne (Toneladas) | % a Nivel Nacional | % a Nivel Región Trópico |
|-------|--------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | Veracruz | 481,098 | 13.89 | 42.26 |
| 2 | Chiapas | 225,443 | 6.51 | 19.80 |
| 3 | Tabasco | 135,166 | 3.90 | 11.87 |
| 4 | Tamaulipas | 103,655 | 2.99 | 8.35 |
| 5 | Oaxaca | 94,171 | 2.72 | 8.27 |
| 6 | Guerrero | 80,099 | 2.31 | 7.04 |
| 7 | Yucatán | 58,579 | 1.69 | 5.15 |
| 8 | Campeche | 34,934 | 1.01 | 3.07 |
| 9 | Colima | 19,269 | 0.56 | 1.69 |
| 10 | Quintana Roo | 9,614 | 0.28 | 0.84 |
| | TOTAL | 1,242,028 | 35.85 | 100.00 |

Fuente: Adaptado de SIAP con información de las delegaciones de SAGARPA, 2012.
Consultado en la red mundial el día 02 de Mayo del 2014.

3.1.5.- Situación actual de la producción de carne en el Estado de Veracruz.

3.1.5.1.- Población de ganado bovino en Veracruz.

La mitad de la superficie del estado de Veracruz (35,910 km²), se dedica a actividades relacionadas con sistemas de producción pecuaria con rumiantes. Los más importantes de estos son los bovinos productores de carne, los de doble propósito y de leche (Román, 2012).

En este estado se reporta un inventario aproximado de 3, 774,668 cabezas de ganado bovino para carne y doble propósito el cual representa el 11.8 % del inventario nacional, siendo Veracruz el primer productor de carne en canal en el país. De acuerdo con el informe “Producción y Comercialización de Ganado y Carne de Bovino en el Estado de Veracruz”, se reporta un inventario total de 3, 934,426 de bovinos, ubicados en 107,251 Unidades de Producción Pecuaria (UPP). El Cuadro 11 presenta el Inventario y estructura del hato (Román, 2014).

Cuadro 11.- Inventario de bovinos por región con base al padrón ganadero nacional en el estado de Veracruz.

| Concepto | Norte | Centro | Sur | Total |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| UPP's | 28,636 | 46,824 | 31,791 | 107,251 |
| Vientres | 718,416 | 892,246 | 761,431 | 2,372,144 |
| Sementales | 26,204 | 35,536 | 30,029 | 91,770 |
| Vaquillas (12 A 24 M) | 99,946 | 182,934 | 149,734 | 432,614 |
| Novillos/Toretos (más de 12 m) | 7,898 | 24,481 | 26,223 | 60,602 |
| Hembras (8 a 12 m) | 105,002 | 152,557 | 118,439 | 375,998 |
| Machos (8 a 12 m) | 25,414 | 45,888 | 44,225 | 115,527 |
| Becerras y Becerras lactantes | 97,578 | 125,623 | 155,319 | 378,520 |
| TOTAL | 1,109,144 | 1,508,090 | 1,317,192 | 3,934,426 |

Fuente: Román Ponce, 2012.

En el artículo “Crianza y desarrollo de reemplazos” se menciona que en muchas de la UPP se registra una demanda actual de vaquillas de reemplazo anual del 20% al 30% del hato productivo. (FIRA, 2014.)

Si se considera que se tiene un estimado de 2,372,144 vientres productivos, se refleja entonces que se requieren alrededor de 711,643 vaquillas de reemplazo anualmente como un mínimo para no disminuir los inventarios de animales en producción, una razón más para desarrollar y promover programas productivos que reditúen económicamente (Román, 2014).

3.2.- Problemática de la producción primaria en el trópico mexicano.

El problema que enfrenta la fase de producción primaria de bovinos en la región tropical desde hace tiempo, es la deficiente productividad debido a la inadecuada aplicación de programas estratégicos de manejo de praderas, nutricionales, reproductivos y genéticos (Osnaya *et al.*, 2011).

La aplicación adecuada de prácticas de manejo en las praderas permitiría al productor optimizar la disponibilidad de forrajes en las diferentes épocas del año y conjuntamente con un eficiente programa nutricional, mediante complementación alimenticia, se reduciría el impacto negativo de las bajas tasa de crecimiento observadas en la crianza de vaquillas de reemplazo, mejorando la eficiencia reproductiva, ya que se reduciría la edad al primer parto y los intervalos entre partos prolongados, favoreciendo una mayor disponibilidad de crías (Osnaya *et al.*, 2011).

Desde el punto de vista genético, los ganaderos deben identificar a los animales que tienen un máximo desempeño productivo en el ambiente agroecológico para multiplicar y perpetuar el genotipo por medio de cruzamientos (Martínez-González *et al.*, 2003). Actualmente es una práctica muy limitada debido a la ausencia de registros reproductivos y productivos en varias explotaciones, por lo que se deben hacer esfuerzos para demostrar el beneficio de contar con información que permita la evaluación de los progenitores a través del comportamiento de sus crías para incrementar la rentabilidad, sostenibilidad y proyectar en un futuro sistemas productivos de carne.

3.3.- Disponibilidad de vaquillas de reemplazo.

En México, la población de ganado bovino para carne ha mostrado una tendencia hacia la baja debido a la exportación de hembras y al sacrificio de animales propicios para reproducción, disminuyendo la capacidad de crecimiento del hato nacional. Se ha reportado un número creciente en la exportación de hembras, problema agravado por el cierre de EUA al ganado de Canadá ante los casos de Encefalopatía, provocando que las hembras de mejor genética de México fluyan hacia los corrales de engorda del Sur de los EUA. Provocando que cada vez se extraiga más ganado, sin que se incremente el número de animales y la productividad, afectando sensiblemente la repoblación del ganado y elevándose cada día más la dependencia en cárnicos de otros países.

(<http://www.ganaderia.com.mx/ganaderia/home/articulos>).

El número de vaquillas de reemplazo requeridas para mantener el tamaño del hato es dependiente de la tasa de eliminación anual. Para una adecuada disponibilidad de vaquillas de reemplazo de calidad genética es necesario aplicar programas estratégicos de manejo, mejoramiento genético, nutrición, control y prevención de enfermedades los cuales están encaminados a mejorar la eficiencia productiva y reproductiva del hato (Heinrichs, 1990).

En cuanto a lo que corresponde al plano reproductivo sobresalen dos períodos de consideración, uno que es la edad al primer parto y otro que es el intervalo entre partos, si no se cuidan pueden tenerse pérdidas económicas muy graves ya que los animales llegan a su primer parto con una edad mayor y con un intervalo entre partos (IP) más prolongado, lo que ocasiona una disminución en el número de crías nacidas por año y por hembra en toda su vida productiva (Gardner, 1978. Troccon, 1993. Lin, 1988. Simeril, 1991).

Existen modelos económicos que respaldan una adecuada productividad cuando los intervalos entre partos oscilan entre los 12 y 13 meses (Hoffman, 1992).

Intervalos entre partos prolongados conjuntamente con una alta tasa de mortalidad de crías, reducen el número total de vaquillas disponibles en el hato.

El reemplazo de vaquillas en el hato es dependiente de la tasa de partos anuales (Número vacas * 12 / IP). Conforme el intervalos entre partos se incrementa, el número esperado de terneras recién nacidas por año se reduce (Heinrichs, 1990).

La pobre eficiencia reproductiva en el hato afecta las oportunidades de seleccionar material genético ya que el número de partos potenciales disminuye alrededor del 8 % anualmente conforme se incrementa el intervalo entre partos, reduciendo así la disponibilidad de vaquillas de reemplazo. Las oportunidades de incrementar el número de reemplazo se puede lograr si los porcentajes de partos con crías viables son mayores al 80 % junto con los intervalos entre partos que se encuentre entre 12 y 13 meses (Heinrichs, 1990), (Cuadro 12). Por lo tanto, entre menos sean las pérdidas de vaquillas durante la crianza, se logra un incremento de estas y una mayor disponibilidad de reemplazos, favoreciendo la selección de vaquillas de alta calidad genética sin afectar el tamaño del hato.

Cuadro 12.- Influencia del intervalo entre partos y mortalidad, sobre el porcentaje de pariciones y de disponibilidad en vaquillas de reemplazo.

| Intervalo entre partos (meses) | Partos potenciales | No. de vaquillas y/o terneros | % de vaquillas y/o terneros viables | | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|
| | | | 90 | 80 | 70 | 60 |
| 12 | 100 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 |
| 13 | 92 | 46 | 41 | 37 | 32 | 28 |
| 14 | 86 | 43 | 39 | 34 | 30 | 26 |
| 18 | 67 | 34 | 31 | 27 | 24 | 20 |
| 22 | 55 | 28 | 25 | 22 | 20 | 17 |
| 24 | 50 | 25 | 23 | 20 | 18 | 15 |

Modificado de Heinrichs y Swartz, 1990. Penn State Extension Circular-385.

Si la edad a primer parto se incrementa más allá de los 24 meses, el costo de crianza se eleva ya que a mayor número de vaquillas presentes en el hato, los costos de alimentación aumentan considerablemente, si a esto se suma la reducción en el número de animales a primer parto disponibles por año, se tiene como resultado, que no se logran obtener ganancias a la venta o recría según sea el caso (Heinrichs, 1990. Hoffman, 1992). Con respecto a la edad al primer parto, la meta ideal de todo programa reproductivo es lograr este objetivo cuando el animal cumpla los 24 meses de edad. Como se puede apreciar en el Cuadro 13 por cada mes que se retrase el parto después de los 2 años, se reduce la disponibilidad de vaquillas. (Heinrichs, 1990).

Cuadro 13.- Disponibilidad anual de vaquillas de reemplazo con base al intervalo entre partos (IP) y la edad al primer parto (meses). Con un porcentaje de mortalidad del 10 %.

| Intervalo entre Partos | Edad al primer parto (meses) | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 |
| 12 | 45 | 42 | 39 | 36 | 34 | 32 | 30 |
| 13 | 42 | 38 | 36 | 33 | 31 | 29 | 28 |
| 14 | 39 | 36 | 33 | 31 | 29 | 27 | 26 |
| 18 | 31 | 28 | 25 | 23 | 21 | 19 | 18 |
| 22 | 25 | 22 | 19 | 17 | 15 | 13 | 12 |
| 24 | 23 | 20 | 17 | 15 | 13 | 11 | 10 |

Fuente: Wattiaux y McCullough, 1995.

En resumen, a medida que la tasa de eliminación anual aumenta, se requiere un mayor número de vaquillas de reemplazo para mantener el tamaño del hato. Pero si el porcentaje de mortalidad, la edad al primer parto y el intervalo entre partos se incrementan, la disponibilidad de vaquillas de reemplazo se reduce, afectando el manejo genético ya que este se ve limitado debido a que las vaquillas genéticamente inferiores se siguen manteniendo en el hato (Heinrichs, 1990).

3.4.- Importancia de la crianza de vaquillas de reemplazo.

Uno de los aspectos importantes a considerar en la crianza de vaquillas de reemplazo es la capacidad reproductiva, esta se presenta cuando alcanzan más del 55% del peso corporal maduro necesario para la primera monta, en el ganado europeo; es necesario el 60% en vaquillas Brahmán y en ganado mestizo se requiere entre el 64% al 67% (González-Stagnaro, 1988). El hecho de que los animales presenten una variación al inicio de su pubertad, es el reflejo de las diversas condiciones en las cuales se encuentran, algunas como el manejo, la disponibilidad de alimento y la capacidad de la raza, influyen en gran medida en los resultados productivos. Existen modelos económicos que sostienen una rentabilidad bastante buena en la actividad ganadera, siempre que se apliquen programas estratégicos con la finalidad de obtener la primera cría a una edad de la madre de 24 meses, para después destetar una cría por año.

Por el bajo costo que se genera en las explotaciones comerciales, la crianza de vaquillas se realiza mediante el sistema de pastoreo extensivo, en la cual la tasa de crecimiento es directamente proporcional a la disponibilidad de forraje y de la cantidad de nutrientes que estas ofrecen. La temperatura y la humedad son factores determinantes en la producción en cada época del año (Da Silva y Carvalho, 2005). Mediante el consumo de forrajes los rumiantes satisfacen sus requerimientos nutricionales, sin embargo, las fluctuaciones que se presentan en las diferentes épocas del año, la disponibilidad y la calidad del forraje, son las causa del estrés nutricional que afecta la producción animal (Kawas, 1990). Por las condiciones antes descritas, las vaquillas en su destete muestran un bajo comportamiento productivo, dando como resultado una disminución de la tasa de crecimiento la cual ocasiona un retraso en la presentación de la pubertad y de la edad al primer parto (Osnaya *et al.*, 2009).

En la época de secas, el poco consumo de forraje por parte de los animales, da como resultado un reducido nivel de proteína en su dieta, por otra parte el aumento en la lignificación del forraje, reduce el consumo de nutrientes que requieren los rumiantes para las diferentes etapas productivas y reproductivas (Kawas & Huston, 1990).

La región del trópico, presenta como razas mayoritarias las cebuínas (*Bos indicus*) seguido por las cruza con razas europeas (*Bos taurus*), esta región ha logrado consolidarse como la zona ganadera más dinámica y de mayor expansión. Se ha demostrado que las razas cebuinas tienen un comportamiento productivo inferior en relación con las razas europeas, ya que reflejan comparativamente una menor tasa de crecimiento, lo que implica que las vaquillas alcancen su primer parto con una edad mayor a la recomendada productivamente. (Magaña y Segura, 2006).

Muy a pesar de esto en la región se registra un mayor tamaño de población cebuína, ya que refleja una mejor adaptación a las condiciones de radiación solar, temperatura, humedad y fluctuación nutricional. Sin embargo, con el fin de compensar los parámetros bajos son utilizadas las cruza europeas para mejorar el comportamiento productivo, como son: el peso al nacimiento o al destete, la edad al primer parto y el intervalo entre partos (Magaña y Segura, 2006).

El principal reto que tiene el ganadero productor de bovinos de carne en el trópico húmedo es incrementar la productividad elevando la tasa de crecimiento y la eficiencia reproductiva de las crías. Cuando las vaquillas se encuentran entre los 14 y 16 meses de edad es la mejor edad para ver reflejada su eficiencia reproductiva ya que si conciben en ese periodo, logran su primer parto alrededor de los dos años de edad (Patterson, *et al.*, 1992). La aplicación de programas estratégicos integrales de mejoramiento genético, suplementación alimenticia y control reproductivo a través del año, en la unidad vaca-cría, son buenas tecnologías para hacer frente exitosamente a este reto.

La capacidad que tienen las vaquillas de reemplazo para producir en un sistema de pastoreo en el trópico, depende de la disponibilidad con la que se cuente de forraje, la época del año en la que se encuentre y la cantidad de nutrientes para su aportación a los animales. (Juárez *et al.*, 2009).

En particular el tipo de pastos que se producen en el trópico, tienden a presentar un bajo nivel de proteína cruda (PC) y de energía metabólica (EM), (Juárez *et al.*, 2009). Contenidos alrededor de $PC = 6.9 \pm 0.35\%$ y $EM = 1.33 \pm 0.032$ Mcal/kg M.S, son bajos, lo cual no permite que los animales tengan ganancias de peso iguales ó mayores a los 700.0 g/animal/día (NRC 1996). En cuanto a la concentración de proteína ésta resulta ser variable según la época del año, es decir cuando existe abundancia de forraje (época de lluvias) ésta es baja (5% a 7%), ya que se diluye por el alto contenido de humedad que presentan los pastos, mientras que en invierno y primavera tiende a ser mayor (10% a 11%) ya que el forraje es más seco (Juárez – Hernández *et al.*, 2006).

En particular en los sistemas de producción del trópico mexicano, la nutrición de las vaquillas se basa exclusivamente en el pastoreo extensivo de gramíneas, muy a pesar de las deficiencias en el contenido de proteína total y el alto porcentaje de paredes celulares, lo que repercute negativamente en la digestibilidad de la materia seca, que origina baja ganancia diaria de peso durante el periodo postdestete. El alto contenido de fibra que se encuentra en los forrajes tropicales y su reducida digestibilidad por los rumiantes, es una de las más grandes limitantes para la productividad de las vaquillas de reemplazo en el trópico. (Juárez – Hernández *et al.*, 2006).

3.5.- Actividad reproductiva vaquillas de reemplazo.

La aparición de la pubertad en las vaquillas de reemplazo es el proceso reproductivo con el que se inicia el protocolo de producción y es muy importante en la ganadería, ya que es uno de los indicadores de la eficiencia reproductiva por lo que se debe tener presente en los sistemas de crianza. La edad en la cual las vaquillas alcanzan la pubertad es un indicador del nivel de fertilidad y expresión de la eficiencia reproductiva que los animales tendrán (Patterson, *et al.*, 1992).

La heredabilidad (h^2) que se estima para esta característica es elevada (0.40) comparada con otros rasgos reproductivos. Cuando se realiza la inseminación artificial ó monta de las vaquillas en su primer celo puberal, este tiene un resultado de un 21% de concepción, sin embargo esta cifra es inferior si se compara con los resultados que se tienen cuando el servicio se da en el tercer celo (> 36% de concepción), lo que deja al entendimiento que las vaquillas deben alcanzar la pubertad al menos dos ó tres meses antes del empadre ó de la inseminación artificial para un mejor resultado en la concepción. (Patterson, *et al.*, 1992).

La edad y peso a la pubertad es un factor determinante en la vida reproductiva y productiva de la hembra bovina (Schillo *et al.*, 1992). La edad y peso alcanzados en la pubertad dependen directamente de los efectos genéticos, nivel nutricional y prácticas de manejo, una adecuada nutrición que se dé, a los animales es requerida para el buen crecimiento post-destete de las vaquillas (Bagley, 1993). Los programas de desarrollo se deben enfocar en evaluar la tasa de crecimiento y eficiencia reproductiva, peso al nacimiento, días y peso al destete, pubertad, primer servicio fértil y primer parto, con el fin de determinar el grado de productividad de cada animal, el reingreso y ganancia de la inversión (Engelken, 2008).

Cuando la pubertad se presenta tarde en las vaquillas, hay pérdidas económicas ya que disminuye la eficiencia reproductiva; es recomendable en estos casos utilizar alternativas biotecnológicas que eviten el retardo de la aparición de la pubertad mejorando la eficiencia reproductiva y productiva en el hato. En las explotaciones de clima tropical se enfatiza que la principal causa de retardo de la pubertad es la inadecuada alimentación conjuntamente con un manejo ineficiente durante la fase de crecimiento pre-púber (Osnaya *et al.*, 2009). Desde el punto de vista endócrino, la pubertad se define como la exhibición del primer celo en el animal, acompañada por el desarrollo de un cuerpo lúteo el cual se mantiene por un tiempo suficiente hasta iniciar un nuevo ciclo (Kinder *et al.*, 1987). El proceso de maduración sexual que culmina con la pubertad ocurre en forma gradual. Se inicia antes del nacimiento y continúa a través del período pre-púber y cerca del inicio de la pubertad hasta el desarrollo total de la vaquilla. (Kinder *et al.*, 1987).

La edad que tienen las vaquillas al alcanzar la pubertad, está estrechamente relacionada con las decisiones de manejo sobre de ellas, como son: el tipo de razas utilizadas para producir vaquillas de reemplazo, época de nacimiento, el nivel nutricional utilizado, lo cual se refleja en la rapidez de crecimiento que tendrán estas, el efecto sexual; con la presencia ó no de un toro fértil y la aplicación de tratamientos hormonales ó aditivos en el alimento (Kinder *et al.*, 1987). Las vaquillas de reemplazo tienen un papel muy importante en el avance del potencial genético dentro de cada producción, ya que las siguientes generaciones se ven beneficiadas ó afectadas según los programas implementados y los resultados obtenidos. Se tiene presente que dentro de los programas los productores realizan inversiones en la crianza de estas hembras, incluso si no quedan gestantes, con la finalidad de obtener un retorno de esta inversión, por lo que resulta imprescindible que las vaquillas logren la gestación en la primera temporada de empadre, que tengan un parto con un mínimo de distocia, dependiendo de la raza en forma oportuna para que posteriormente tenga una vida productiva prolongada. (Osnaya *et al.*, 2011)

Diversos factores influyen sobre la edad y peso a la pubertad, como son: genéticos (raza y porcentaje de heterosis), ambientales (nivel de nutrición, temperatura), además de los efectos de interacción genotipo ambiente. Si se toma en cuenta las características genéticas de la raza, el peso corporal destino a la pubertad, el peso maduro al primer servicio que será fértil para su primer parto, se puede aplicar programas de alimentación dirigidos a aportar los requerimientos nutricionales con el fin de lograr la ganancia diaria de peso requerida. (Larson, 2007).

Se recomienda que el destete se realice a los 205 a 210 días de edad con un peso alrededor de 160 kg a 180 kg de peso corporal. Que logren una ganancia diaria de peso post-destete entre 0.500 a 0.800 kg/día, lo que representaría la mejor opción para alcanzar entre el 60% al 65% del peso corporal maduro con 450 a 480 días de edad cumplidos en las vaquillas, requeridos para recibir la primera monta ó primer servicio y alcanzar el 85 % del peso corporal al primer parto. Cuadro 14 (Engelken, 2008).

Cuadro 14.- Edad y pesos recomendados para que las vaquillas alcancen el primer parto con un adecuado desarrollo corporal.

| Evento reproductivo | Edad (meses) | Edad (días) | % de Peso corporal maduro (533 kg) | Peso (kg) |
|---------------------|--------------|-------------|------------------------------------|-----------|
| Destete | 7 | 210 | 32 % | 170 |
| Pubertad | 12 - 13 | 360 - 390 | 55 % | 293 |
| Primer servicio | 15 - 16 | 450 - 480 | 65 % | 346 |
| Primer parto | 24 - 25 | 720 - 750 | 85 % | 453 |

Fuente: Engelken, 2008.

La ganancia diaria de peso requerida a partir del destete (7 meses de edad) a la pubertad (300 Kg de peso corporal y con 330 días de edad), dependerá en gran medida al peso que la becerras registró al momento del destete.

Es decir una vaquilla destetada a los 7 meses de edad con un peso corporal de 150 kg requerirá de mayor ganancia diaria de peso que una destetada a mayor peso corporal. Cuando se obtiene una ganancia diaria de peso moderada de 0.500 kg/d será suficiente para garantizar que las vaquillas alcancen el primer parto con un adecuado desarrollo corporal. Es importante tener en cuenta que aproximadamente entre el 70% al 75% de crecimiento fetal, se produce durante el último trimestre del embarazo y los requerimientos nutricionales se incrementan (Larson, 2007). Por lo anterior la suplementación de las vaquillas alrededor del parto debe ser capaz de reflejar una reducción en el impacto, que genera el desbalance energético negativo, favoreciendo la lactación, crecimiento y el intervalo entre partos (Marston *et al.*, 1995).

3.6.- Interacción Genotipo Ambiente

Se define como la alteración que sufre el desempeño del genotipo medido en dos ó más ambientes. (Bowman, 1981). Su importancia radica en la utilización en programas de mejoramiento genético, para la comercialización de material genético y su uso en diversos ambientes.

El potencial genético de los animales se expresa en la medida que las condiciones ambientales lo permitan. El ambiente no modifica de forma directa la constitución genética del individuo, pero sí determina la extensión con que se expresa. Sin embargo, cuando se considera una serie de ambientes, se detecta además de los efectos genéticos y ambientales, un efecto adicional causado por la interacción de los mismos (Regazzi, 1994).

En la producción animal, es común que se considere el fenotipo de un animal en función de un modelo aditivo que incluye el genotipo más el ambiente; en el genotipo se incluyen los efectos de herencia aditiva, herencia de dominancia y herencia epistática; en el componente ambiental se consideran los efectos permanentes y temporales. La suposición anterior implicaría que en cualquier lugar del mundo pudiera efectuarse mejoramiento genético y que los animales seleccionados, ante igualdad de circunstancias ambientales responderían expresando favorablemente su comportamiento productivo, pero la realidad muestra que no existe tal plasticidad en los seres vivos (Carmona, 2013).

Un ejemplo de ello son los animales de la raza Holstein, que han sido seleccionados por su gran capacidad para la producción láctea, pero tal selección se efectuó en regiones templadas ó bien con ambientes controlados, sin embargo, cuando son trasladados a regiones de trópico húmedo, los animales sufren el estrés calórico, entonces su producción de leche es muy baja, no obstante, algunos animales de esta raza no manifiestan con tal severidad su reacción fisiológica ante las condiciones climáticas, llegando incluso a ganar más peso que

el promedio del hato compuesto por animales *Bos taurus* y *Bos indicus* adaptados ya a esa zona geográfica (Carmona, 1980). El comportamiento anterior es atribuido al hecho de que esos individuos poseen genes que, al interactuar con el ambiente, les permiten expresar ó no las características en forma diferente a sus demás congéneres. Sin embargo no se puede olvidar que la mejor herencia posible no producirá un hato superior si no se proporciona también el ambiente apropiado, de modo que los animales puedan alcanzar el límite señalado por su herencia (Carmona, 1980).

Cabe mencionar que el mejor ambiente posible, no desarrollará un hato ó lote superior a otros, si los animales no son poseedores de una herencia apropiada (Bowman, 1981).

Bucio (1966); Bucio y Hill (1966); y Bucio, Perkins y Jinks (1969) desarrollaron un modelo de interacción genotipo-ambiente basado en el método de regresión lineal en el cual consideran los efectos ambientales como desviaciones del promedio de todas las variedades en una localidad con respecto al promedio general, efectuando la regresión de los efectos de interacción sobre los efectos ambientales, determinando que una variedad interactuará menos con el ambiente, cuando la pendiente β tienda al valor cero, sea este valor positivo ó negativo.

Carmona (1980) determina la adaptación genético-ambiental en *Bos taurus*, *Bos indicus*, y sus cruza F1, utilizando para ello el modelo de Bucio, considerando que la estabilidad en el comportamiento homeostático de los animales en diversas condiciones climáticas es factible de tipificarse mediante el coeficiente de regresión β y propone, además, considerar la correlación presente entre los valores fenotípicos y los efectos ambientales.

La investigación sobre la manifestación del comportamiento de interacción genotipo- ambiente en diversos organismos animales se continuó desarrollando en forma conjunta entre el grupo de investigadores del Colegio de Postgraduados y el

de la Universidad Nacional Autónoma de México; algunas de las investigaciones más importantes son:

López y col. (1997) analizando la producción de leche en cabras de la raza Saanen durante 5 lactancias encuentran que en la mayoría de ellas, la pendiente de interacción es muy semejante a la pendiente de la primera lactancia, circunstancia que abre la posibilidad de efectuar una selección temprana que favorezca la conservación de la progenie proveniente de las madres elegidas.

Con las bases de investigaciones que la sustentan, ahora es posible proponer una metodología para la evaluación del comportamiento de interacción genotipo-ambiente con fines de selección.

Se considera que el comportamiento fenotípico (F_{ij}) es una relación aditiva entre los efectos genéticos (g_i) más los efectos ambientales (e_j) además de los efectos de interacción de los anteriores (γ_{ij}); por lo que se aplica el siguiente modelo: (Carmona, 2013).

$$F_{ij} = \mu (g_i) + \beta\gamma(e_j) + \gamma_{ij}(e_j)$$

Donde:

F_{ij} = El comportamiento fenotípico

μ = Media general de la variable estudiada.

g_i = Efecto genético determinado como la ordenada al origen cuando el efecto ambiental $e_j = 0$

$\beta (e_j)$ = Pendiente de regresión de los efectos de interacción (γ) sobre los efectos ambientales (e_j).

γ_{ij} = Efecto de la interacción genotipo-ambiente del genotipo i en el ambiente j

e_j = Valor del efecto ambiental j .

(Carmona, 2013).

Herrera (1998) estudió el comportamiento lechero de las hijas de los sementales utilizados para inseminación artificial por la Asociación Holstein, en 5 estados de la República Mexicana, confirmando que efectivamente existe una diferencia significativa al comparar las pendientes que caracterizan a los sementales de este estudio.

Por tal motivo cuando se realiza una selección de animales como reproductores, es necesario revisar si en el comportamiento de la variable estudiada muestra efectos de interacción genotipo-ambiente a considerar. La metodología para evaluar el comportamiento de interacción genotipo-ambiente aplicada en este estudio, es factible de ser utilizada con fines de selección temprana; además debido a la interacción genotipo ambiente, algunos toros serán mejores en ambientes críticos. (Herrera, 1998)

4.- OBJETIVOS

4.1.- Objetivo General

Determinar la presencia de interacción genotipo ambiente en una región tropical, sobre el comportamiento productivo en vaquillas de reemplazo, mediante la aplicación de programas estratégicos en base a la paternidad, el pastoreo intensivo rotacional y la suplementación alimenticia.

4.2.- Objetivo Específico

Aportar al sector productivo un programa que contribuya a una futura selección de animales tolerantes al clima y productivos.

5.- HIPÓTESIS

El potencial productivo en vaquillas de reemplazo, se ve influenciado cuando interactúa el genotipo más el ambiente en la región tropical, el cual junto con la aplicación de programas estratégicos en base a la paternidad, el pastoreo intensivo rotacional y la suplementación alimenticia, favorecen o decrecen la capacidad de los animales.

6.- MATERIAL Y METODOS

6.1.-Marco Geográfico

6.1.1.- Ubicación

La presente investigación se realizó en una explotación comercial de ganado de carne llamada rancho “La Bota”, en el municipio de Tamiahua, ubicado al norte del Estado de Veracruz, México, entre los paralelos 21° 06' y 21° 35' de latitud norte; los meridianos 97° 19' y 97° 43' de longitud oeste; altitud entre 10 y 300 m. Al norte colinda con los municipios de Tamalín, Ozuluama de Mascareñas y Tampico Alto; al este con el municipio de Tampico Alto y el Golfo de México; al sur con el Golfo de México y los municipios de Tuxpan y Álamo Temapache; al oeste con los municipios de Álamo Temapache, Cerro Azul, Tancoco, Naranjos Amatlán, Chinampa de Gorostiza y Tamalín.

6.1.2.- Clima

El clima de la región es sub-húmedo con lluvias en verano (Aw), con una temperatura media anual de 24 a 26 °C la más alta y de los meses más fríos mayor de 18 °C, con lluvias en verano y precipitación pluvial entre los 1200-1500 mm anual, en donde sólo el 78.3 % se presenta históricamente entre los meses de julio a octubre y una humedad relativa de 82 % con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2007).

6.2.- Semovientes

Se analizó durante 211 días el crecimiento de 19 vaquillas de reemplazo locales, producto del empadre libre en un hato de vacas, con sementales de raza pura: Brangus, Beefmaster, Suizo europeo y Brahman, nacidas entre los meses de enero a mayo del 2011, con más de ½ sangre *Bos taurus* o *Bos indicus*; cada grupo genético compuesto por:

Brangus
2

Beefmaster
4

Pardo Suizo
7

Brahman
6

6.2.1.- Alimentación

Las vaquillas, al destete fueron introducidas al pastoreo intensivo rotacional en una pradera de 15 hectáreas de pasto Jacq. Mombaza (*Panicum máximum*), con una asignación diaria en base seca mayor del 3 % Peso Vivo (PV) del animal (Mena, *et al.*, 2007).

El pastoreo fue rotacional con 3 días de ocupación y 36 días de descanso. La producción primaria esperada fue considerada de acuerdo a lo reportado por Ramírez, *et al.* (2009), quienes describen que en praderas de pasto Jacq. Mombaza, (*Panicum máximum*), se registró una acumulación de 19,773 kg MS/ha/año con un intervalo entre cortes de 35 días. Con una producción del 18 % de la materia seca, durante el periodo de secas (noviembre - junio).

Los animales además recibieron un suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC) (Cuadro 15) a razón del 15 % al 20 % de los requerimientos de consumo de materia seca para promover una ganancia diaria de peso superior a los 0.600 kg/día (NRC 2000, Osnaya *et al.*, 2011).

La suplementación se formuló para promover una ganancia de peso diario de 0.750 kg según recomendaciones NRC (2000), de los requerimientos de materia seca al 20 % (1.5 kg de SNLC), esa ración se proporcionó a todas las vaquillas, la que se elaboró con una mezcla de 16% Maíz molido, 20% melaza, 3% grasa sobrepaso, 2% pasta de soya, 2% salvado de trigo, 16% pulido de arroz, 4% núcleo proteico 60 (harinas de origen animal), 3% urea, 2.2 sulfato de amonio, 19 % excretas de ave, 4 % sal común, 1% minerales, 3% ortofosfato cálcico, 3.2% cal y 1.6% cemento, rociado con medio litro de probiótico láctico artesanal (Cuadro 15).

Cuadro 15.- Análisis químico proximal del suplemento nitrogenado de lento consumo (SNLC).

| | Base húmeda | Base seca |
|-----------------------------|--------------------|------------------|
| Materia seca | 90.74 | 100 |
| Humedad total | 9.26 | 0 |
| Extracto etéreo | 3.97 | 4.38 |
| Cenizas | 14.65 | 16.15 |
| Proteína cruda | 20.03 | 25.26 |
| Fibra bruta | 22.92 | 13.47 |
| Extracto libre de nitrógeno | 36.98 | 40.75 |
| Calcio | 2.24 | 2.47 |
| Fósforo | 0.76 | 0.84 |

Realizado el 26 de octubre del 2011 en el laboratorio de Bromatología UNAM, FESC-4.

6.2.2.- Manejo Sanitario

Al inicio del experimento, las vaquillas se desparasitaron interna y externamente, recibieron una aplicación de vitaminas ADE; también se registró la edad y el peso al destete.

6.2.3.- Manejo del hato

Todas las vaquillas se pesaron mensualmente para analizar las variables dependientes de la tasa de crecimiento como son: edad y peso corporal al destete, edad y peso corporal final, días de experimentación, además de la ganancia diaria de peso. Las vaquillas junto con sus madres, 43 días antes del destete, tuvieron un periodo de adaptación, con una edad promedio de 185 ± 24 días y un peso corporal promedio de 171 ± 18 kg. La fecha de nacimiento se registró en 4 hijas de 2 de Brangus, Beefmaster, 7 de Suizo europeo, 6 de Brahaman y

3.2.4.- Métodos estadísticos

En cada pesaje se obtuvieron los estimadores estadísticos:

| | | | |
|--|------------|---------------------|---------------|
| Media | (μ), | Desviación estándar | (σ), |
| Coeficiente de variación | (CV), | Error estándar | (E.E.), |
| Intervalo de confianza | (I.C.), | | |
| Límites de confianza superior e inferior (LCS, LCI). | | | |

Los resultados se analizaron mediante un diseño completamente al azar con diferente número de observaciones ($\hat{y}_{ij} = \mu + \gamma_i + \epsilon_j$) modelo en donde: \hat{y}_{ij} representa la variable dependiente de cada animal; μ , representa la media general; γ_i representa el genotipo racial; ϵ_j , representa el error aleatorio asociado a cada observación. (Carmona *et al.*, 2002) Para el cómputo de datos, se utilizó el procedimiento del modelo lineal general (GLM) y las medias se compararon con la opción PDIFF, utilizando el paquete Statistical Analysis System (1988).

El modelo de regresión lineal ($\hat{y} = \alpha + \beta x$) se aplicó para evaluar el peso corporal acorde a la edad, así como para evaluar el crecimiento, corrigiendo los datos mediante el modelo de interacción genotipo ambiente propuesto por Carmona (1980) Carmona *et al.* (2004).

7.- RESULTADOS

La edad inicial promedio de las vaquillas es de 185.4 ± 5.48 días, siendo similar entre las familias paternas ($P > 0.10$). El peso corporal al inicio de la investigación fue de 171.1 ± 4.02 kg., en donde las hijas de los sementales Brangus y Brahman, tuvieron un promedio de peso corporal superior al observado en las otras dos familias paternas ($P < 0.05$). Durante 211 días de la investigación, las vaquillas tuvieron en promedio una ganancia diaria de peso de 0.247 ± 0.021 g., siendo homogénea entre las familias paternas ($P > 0.10$).

El comportamiento productivo de las vaquillas, no mostró el beneficio de la aplicación del pastoreo rotacional intensivo y suplementación durante la época seca, debido a que el promedio de la ganancia diaria de peso que obtuvieron las vaquillas fue inferior a la esperada con la aplicación del modelo. Durante los 211 días de investigación, las vaquillas tuvieron en promedio, una ganancia diaria de peso de 0.247 ± 0.021 g., siendo homogénea entre las familias paternas ($P > 0.10$) (Cuadro 16).

Cuadro 16.- Comportamiento productivo de las vaquillas de diferentes familias paternas durante la época seca en la región tropical.

| | FAMILIA PATERNA | | | |
|------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | BRANGUS | BEEFMASTER | SUIZO EUROPEO | BRAHAMAN |
| Vaquillas | 2 | 4 | 7 | 6 |
| Edad inicial (días) | 192.5 ± 9.5 | 196.7 ± 23.07 | 176.3 ± 5.38 | 186.7 ± 6.57 |
| Peso corporal inicial (kg) | $190.0 \pm 0.0a$ | $162.5 \pm 7.50bc$ | $161.4 \pm 4.15c$ | $181.7 \pm 7.74ab$ |
| Días de experimentación | 211 | 211 | 211 | 211 |
| Peso corporal final (kg) | 217.5 ± 5.5 | 222.8 ± 6.46 | 208.6 ± 6.46 | 242.2 ± 14.34 |
| Ganancia diaria de peso (Kg) | 0.130 ± 0.03 | 0.286 ± 0.05 | 0.223 ± 0.02 | 0.287 ± 0.05 |

Media \pm ee = Media de mínimos cuadrados \pm error estándar
 Letras diferentes en la misma línea presenta diferencias estadística ($P < 0.05$).

Es importante destacar que el promedio de las vaquillas de la raza Brahman registraron una mejor ganancia diaria de peso con 0.287 ± 0.05 kg/día, seguidas por las vaquillas Beefmaster, las cuales registraron pesos de 0.286 ± 0.05 kg/día.

En el cuadro 17 se presentan las estimaciones de ganancia diaria de peso esperada en cada grupo genético, por efecto de la interacción genotipo ambiente considerando una y dos desviaciones estándar, negativas y/o positivas de los efectos ambientales.

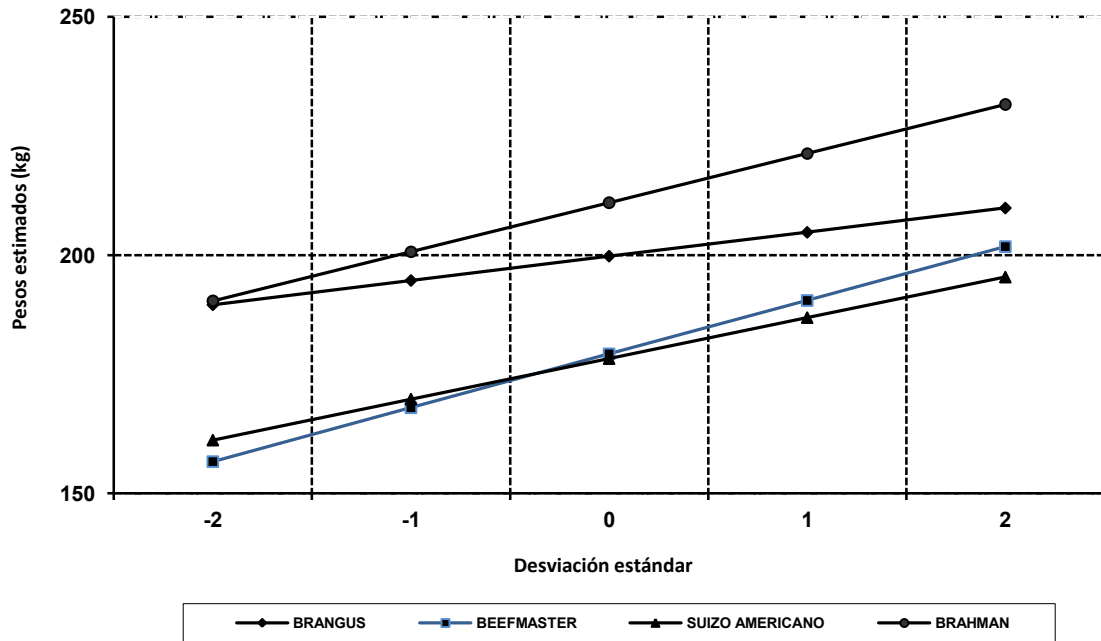
Cuadro 17.- Peso corporal estimado (α) a una y dos desviaciones estándar (σ) de los efectos ambientales.

| | (-2 σ) | (-1 σ) | (α) | (1 σ) | (2 σ) |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| BRANGUS | 189.6 \pm 0.9a | 194.7 \pm 1.5ab | 199.8 \pm 2.1ab | 204.8 \pm 2.8ab | 209.9 \pm 3.4ab |
| BEEFMASTER | 156.7 \pm 7.0b | 168.0 \pm 6.1b | 179.3 \pm 5.7b | 190.5 \pm 5.7b | 201.8 \pm 6.1ab |
| SUIZO AMERICANO | 161.2 \pm 3.7b | 169.8 \pm 4.2b | 178.3 \pm 4.7 | 186.9 \pm 5.3b | 195.4 \pm 5.9b |
| BRAHMAN | 190.4 \pm 8.5a | 200.7 \pm 9.6a | 211.0 \pm 10.9a | 221.3 \pm 12.1a | 231.6 \pm 13.4a |

Letras diferentes en la misma columna presenta diferencias estadística ($P < 0.05$).

En la Gráfica 1, se observa la ausencia de paralelismo en las rectas de regresión de los efectos fenotípicos sobre los efectos ambientales, ello muestra que los efectos de interacción genotipo ambiente están presentes en el comportamiento productivo de las vaquillas de reemplazo durante la época seca en la región tropical; destacándose el potencial de la raza Brahman, el cual es superior a las otras razas evaluadas.

Gráfica 1.- Pesos corporales estimados a una y dos desviaciones estándar de los efectos ambientales.



En la raza Beefmaster se observa una buena respuesta dentro de las condiciones climáticas, manejo y genética expresada, dado que siendo similar su peso al grupo genético del Suizo americano, logran superar a éste por los efectos de interacción genotipo ambiente.

8.- DISCUSIÓN

La edad y el peso corporal al destete, como variables contempladas en el modelo de producción en vaquillas de reemplazo, se fundamenta en lo descrito por Engelken (2008) quien recomienda que el destete se debe realizar a los 205 días de edad con un rango de peso corporal entre 160 kg y 180 kg. Con una ganancia diaria de peso posdestete en el rango de 0.500 kg/d a 0.800 kg/d, ello representa la mejor opción para alcanzar entre el 60% al 65% del peso corporal maduro a los 450 días de edad, requerido para recibir la primera monta o el primer servicio y así alcanzar el 85 % del peso corporal al primer parto (Engelken, 2008). En la presente investigación, las vaquillas se destetaron con un promedio de 227.5 ± 6.06 días de edad y un peso corporal promedio de 173.4 ± 5.03 kg., cumpliendo con lo establecido en el modelo (Cuadro 18).

Cuadro 18.- Etapas reproductivas, edad y pesos recomendados en vaquillas.

| Evento reproductivo | Edad (meses) | Edad (días) | % de Peso corporal maduro (533 kg) | Peso (kg) |
|---------------------|--------------|-------------|------------------------------------|-----------|
| Destete | 7 | 210 | 32 % | 170 |
| Pubertad | 12 - 13 | 360 - 390 | 55 % | 293 |
| Primer servicio | 15 - 16 | 450 - 480 | 65 % | 346 |
| Primer parto | 24 - 25 | 720 – 750 | 85 % | 453 |

Adaptado de: Engelken, 2008

Pereda *et al.*, (2005) utilizaron 100 registros de vaquillas Brahman de reemplazo en pastoreo en diversos ranchos del municipio de Aldama, Tamaulipas, México., quienes obtuvieron un promedio 0.483 Kg/d en la ganancia diaria de peso del nacimiento al año de edad, reportando menor ganancia a mayor edad de las vaquillas.

En otra investigación realizada también en ranchos del municipio de Aldama, Tamaulipas, México., durante la época de lluvias del año 2007, las vaquillas sometidas exclusivamente al pastoreo extensivo, tuvieron en promedio una ganancia diaria de peso de 0.395 ± 0.045 Kg/d durante el crecimiento pre-puber.

Sin embargo, cuando las vaquillas consumieron un suplemento promotor de la fermentación impactó positivamente sobre la tasa de crecimiento pre-puber al lograr una ganancia diaria de peso promedio de 0.650 ± 0.034 (Osnaya *et al.*, 2011). Mena *et al.*, (2007). En condiciones experimentales durante la época de lluvias reportaron que con tres días de ocupación y 30 días de descanso en una pradera con pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*), con diferentes asignaciones de materia seca base hojas (3%, 5%, 7% de peso corporal por día), lograron una ganancia diaria de peso de 0.629 kg/d en vaquillas con un peso corporal inicial de 226 kg. Lo anterior descrito, indica que mejorando la asignación de forraje y el consumo de suplemento nitrogenado de lento consumo descrito en el modelo de producción sería posible aumentar la tasa de crecimiento y mejorar la eficiencia reproductiva. La evaluación del modelo durante la época de secas en el trópico, muestra que su aplicación no impactó positivamente durante los días de experimentación, ya que se obtuvo una ganancia diaria de peso promedio de 0.247 kg/d, cifra muy inferior a la meta establecida. Es importante señalar que durante la época de secas las vaquillas sometidas al pastoreo extensivo, tienden regularmente a perder peso, cosa que no sucedió. En el análisis de la aplicación de modelo de producción durante la época de seca, de las 19 vaquillas de reemplazo nacidas en los meses de enero a mayo de 2011, con más de 0.5 en genotipo *Bos taurus* o *Bos indicus*, obtuvieron una ganancia diaria de peso muy similar. Lo anterior, puede deberse al efecto de otros factores ambientales.

Se observó que la ausencia de paralelismo en las rectas de regresión de los efectos fenotípicos sobre los efectos ambientales, muestra que los efectos de interacción genotipo ambiente están presentes en el comportamiento productivo de las vaquillas de reemplazo durante la época seca en la región tropical, destacándose el potencial de la raza Beefmaster la que no obstante que inició con

un peso menor que la Brahman, queda en el mismo grupo que ésta en el peso final ajustado. Aunque la ganancia de peso en la presente investigación fue menor a lo esperado en los cuatro grupos, las pendientes de regresión muestran que es factible lograr incrementos de peso, mayores a los 500 g diarios.

Sin embargo valdría la pena considerar que muy probablemente el ligero impacto que se obtuvo en las ganancias de peso, puede ser consecuencia de la distribución de las parcelas con respecto a los bebederos; es decir el esfuerzo físico y desgaste de los animales al tener que trasladarse hacia los bebederos ubicados en un costado de las parcelas, puede contribuir al pobre consumo y aprovechamiento del forraje.

También, las horas más calurosas del día siempre causan descenso en el pastoreo de los animales sumado a la lejanía del agua, son factores que se deben de considerar mejorar.

9.- CONCLUSIÓN

La estrategia de la aplicación del modelo de producción teórico durante la época seca en la región tropical, no impactó positivamente en la tasa de crecimiento de las vaquillas durante el periodo post-destete. Sin embargo se observó el efecto de interacción genotipo ambiente sobre el comportamiento productivo de las vaquillas.

Es importante destacar que la Raza Brahman tuvo el mejor desempeño al expresar su potencial genético, superior a los otros grupos genéticos; sugiriendo que esta raza es la adecuada para mejorar la tasa de crecimiento de las vaquillas durante el periodo post-destete.

Se recomienda la raza Brahman para ser utilizada en programas de mejoramiento genético y en la comercialización de su germoplasma.

Aplicar en la práctica profesional el conocimiento generado en la presente investigación, permitirá desarrollar y promover programas productivos que reditúen económicamente en este sector de la ganadería tropical.

10.- REFERENCIAS

- Bagley, C.P. 1993. Nutritional management of replacement beef heifers: a review. *J Anim Sci.*; 71:3155-3163
- Betanzos ME. Dos aspectos en el estudio de la interacción genético ambiental. (tesis de maestría). México (edo. de México) México: Colegio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, 1970.
- Bucio AL. Environmental and genotype-environmental components of variability. I Inbred Lines *Heredity*, 1966. ; 21:387-397.
- Bucio AL, Hill J. Environmental and genotype-environmental components of variability. II Heterozygotes. *Heredity*, 1966. 1966; 21:399-405.
- Bucio AL, Perkins JM, Jinks JL. Environmental and genotype-environmental components of variability. V Segregating Generations *Heredity*, 1969; 24: 115-127.
- Bowman, J. C. “Introducción al Mejoramiento Genético Animal”. Ed. Universidad de de Sao Paulo, 1981.
- Carmona MMA. Adaptación genético ambiental al trópico húmedo en *Bos taurus*, *Bos indicus*, y sus cruza. (tesis de maestría). México (edo. de México) México: Centro de Ganadería. Colegio de Posgraduados, 1980.
- Carmona, M, M.A.; Gasque, G, R.; Ochoa, G, P.; Zavala, R, J.: 2004 Mejoramiento Animal, Genética, Bovinos. 2ª. Edición. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Carmona MMA. Mejoramiento Genético del Bovino. Cuautitlán, Estado de México. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División del Sistema Universidad Abierta, 2013.
- Carmona, M, M.A.; Rubio, T, C.; Lemus, F, C.: 2002 Curso – Taller Estadística Aplicada a la Investigación. Universidad Autónoma de Nayarit. México.

- Club Darwin.net solo conversación profesional 2012. “El consumo de carne se dispara: Crecerá 3,2 kilos *per cápita* y por año”. [en línea], <http://www.clubdarwin.net/seccion/negocios/el-consumo-de-carne-sedispara-crecera-32-kilos-capita-y-por-ano>
- Da Silva SC. y Carvalho PC de F. Foraging behavior and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. XX International Grassland Congress- Grasslands a Global Resource. University College. Dublin, Ireland. 2005:81-95.
- Dr. Heriberto Román Ponce, MVZ MC Rubén Aguilera Sosa, MVZ Alfredo Patraca Fernández, 2012. Producción y Comercialización de Ganado y Carne de Bovino en el Estado de Veracruz. Veracruz, México Noviembre de 2012. H. Veracruz, Ver. México [en línea], http://bovinoscarne.org.mx/es/files/archivos/Produccion_y_Comercializacion_Bovinos_Veracruz.pdf
- Engelken, T.J. 2008. Developing replacement beef heifers. Theriogenology, 70 : 569–572.
- Financiera Rural. 2012. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. Monografía de Carne de Bovino. México, Febrero 2012. [en línea], <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/>
- García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. México, D.F. 1981.
- García-Peniche T.B. y López-Guerrero. Como estimar carga animal para pastoreo continuo Campo Experimental La Posta, Paso del Toro, CIRGOC-INIFAP. México.
- Gardner, R.W., L.W. Smith y R.L. Park.1978. Feeding and management of dairy heifers for optimal life productivity. J.Dairy. Sci. 71:996.

- González-Stagnaro, C.; Soto, E.; Goicochea, J.; González, R.; Soto, G., (1988) "Identificación de los factores causales y control del anestro, principal problema reproductivo en la ganadería mestiza de doble propósito" Premio Agropecuario, Publicación Banco Consolidado. Girarz. Caracas. Pp. 90.
- Heinrichs, A.J. y L.A. Swartz. 1990. Management of dairy heifers. Pennsylvania State Univ. Ext. Circ. 385, University Park.
- Herrera HJG. Interacción toro-región, en la producción de leche en México (tesis doctorado). Colima (Colima). México: Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Universidad de Colima, 1998.
- Herrera, J., Magaña JG., Segura JC., Delgado, R., Silva, C., Kú, JC., Valencia E., Estrada, R. 2008. Caracterización tecnológica del sistema vaca: cría en el estado de Yucatán. Memorias de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Monterrey, Nuevo León, México. 1 al 3 de Diciembre. . pp.: 179.
- Hoffman, P.C. y D.A. Funk.1992. Applied Dinamic of Dairy Replacement Growth and Management. J. Dairy Sci. 75: 2504-2516
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI). Censo Agropecuario 2007 Tomado de la red mundial el día 27 de agosto del 2010: www.inegi.gob.mx.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía 2014. [en línea], <http://cuentame.inegi.gob.mx/impresion/poblacion/densidad.asp>
- Kawas, J. R. Goat Production in Mexico and Central America. International Goat Production Symposium. Florida A & M University. October 22-26. 1990.
- Kawas, J. R.; Huston, J. E. Nutrients of Hair Sheep in Tropical and Subtropical Regions. In: Hair Sheep Production in Tropical and Subtropical Regions. 1990. Chapter 4. (Small Ruminant-Collaborative Research Support Program.

- Kawas, J. R.; Huston, J. E. Nutrients of Hair Sheep in Tropical and Subtropical Regions. In: Hair Sheep Production in Tropical and Subtropical Regions. 1990. Chapter 4. (Small Ruminant-Collaborative Research Support Program. US-AID).SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E. A. P. (Eds.)
- Kinder, J.E., M.L. Day y R.J. Kittok. 1987. Endocrinology of puberty in cow and ewes. J. Reprod. Fertil. Suppl 34:167.
- Juárez, R.A.S., Cerrillo S.M.A., Gutiérrez, O.E., Romero, T.E.M., Javier Colín, N.J. y Bernal, B.H. 2009. Estimación del Valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. Tec. Pecu Méx. Esp. 47 (1): 55-67
- Juárez – Hernández, J., Bolaños, A.E.D., Vargas, V.P.L.M. y Medina, P.S. 2006. Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en diferentes especies de pastos tropicales. Avances en la investigación agrícola, pecuaria, forestal y acuícola en el trópico mexicano. Libro científico, Núm. 3, Veracruz, México. Pp. 299-311.
- Larson, R.L. 2007 Heifer Development: Reproduction and nutrition. Vet. Clin. North. Am 23,53-68.
- Lin, C.Y., A.J. McAllister, T.R. Batra y J. Lee.1988. Effects early and breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 71:2735.
- López BB. Evaluación de la producción láctea de un rebaño caprino considerando los efectos de interacción genotipo-ambiente. (tesis doctorado). Colima (Colima). México: Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Universidad de Colima, 1999.
- Magaña, J.G., Segura, J.C. 2001. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Zebu and Brown Swiss in southeastern Mexico. Livestock Research for Rural Development 11(3). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/5/maga135.htm>. Revisado en Marzo de 2007.

- Marston TT, Lusby KS, Wettemann, R, Purvis HT. 1995. Effects of feeding energy or protein supplements before or after calving on performance of spring-calving cows grazing native range. J anim Sci; 73:657-64.
- Martín Eduardo Luna Prieto. Especialista en la Subdirección de Banca Corporativa en FIRA. Crianza y desarrollo de reemplazos. FIRA. 31 Marzo 2014. [en línea], http://www.ganaderia.com.mx/ganaderia/home/articulos_int.asp?cve_art=1157
- Mena, U.M.A., A. Hernández-Garay., J.F. Enriquez., J. Pérez., J.L. Zaragoza., M.E. Velasco and J.A. Avellaneda. 2007. Efecto de asignaciones de forraje, en pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en el trópico húmedo. Agrociencia. 41:1.
- National Research Council. 2000. Nutrient requirements of dairy cattle. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Omar Ramírez Reynoso, Alfonso Hernández Garay, Sila Carneiro da Silva, Jorge Pérez Pérez, Javier Francisco Enríquez Quiroz, Adrián Raymundo Quero Carrillo, José Guadalupe Herrera Haro, Antonio Cervantes Núñez. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. MOMBTAécZ APecu Méx 2009.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO 2007, (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization). Modification de Meat processing technology for small- to medium-scale producers.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, División Estadística, FAOSTAT 2012, (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization Statistics Division) [en línea], <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QA/S>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, División Estadística, FAOSTAT 2012, (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization Statistics Division) [en línea], <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QA>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en conjunto con el Sistema Mundial de Información y Alerta (SMIA). “Perspectiva alimentaria. Análisis de Mercado Mundial 2012. [en línea], <http://www.fao.org/docrep/017/al993s/al993s00.pdf>
- Osnaya, G.F., P.B. García-Reyna., G.S. Romo., R.M.A. Ortiz. Y H.M.A Galina. 2009. Suplementación con promotores de la fermentación ruminal sobre el crecimiento prepuber en novillas en pastoreo. XXXIII Congreso Nacional de Buiatria. Agosto del 2009. Tuxtla, Gutiérrez. Chiapas. México.
- Osnaya, G.F., P.B. García-Reyna., G.S. Romo., R.M.A. Ortiz. Y H.M.A Galina. 2011. Impacto de la suplementación con promotores de la fermentación ruminal en la eficiencia productiva y reproductiva en vaquillas de reemplazo en el trópico húmedo. Ciencia y Tecnología Ganadera Vol. 5 No.1, p. 23-31.
- Patterson, D. J., R. C. Perry, G. H. Kiracofe, R. A. Bellows, R. B. Staigmiller, and L. R. Corah. 1992. Management considerations in heifer development and puberty. J. Anim. Sci. 70:4018–4035.
- Pereda, S.M.E., S.S. González., E. Arjona., G. Bueno and G.D. Mendoza. 2005. Ajuste de modelos de crecimiento y cálculo de requerimientos nutricionales para bovinos Brahman en Tamaulipas, México. Agrociencia. 39 (1):19-27.
- Ponce V., Miguel. (Médico Veterinario U. de Chile, Gerente General Asociación Chilena de la Carne A.G.) Perspectivas Nacional y Mundial. Mercado de Carne Bovina. Asociación Chilena de la Carne A.G. Chile 05 de Septiembre 2013. [En línea], <http://www.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2013/11/Perspectivas-del-mercado-de-la-carne-bovina1.pdf>

- Regazzi, Cruz, C. D., A. J. “Modelos biométricos aplicados al mejoramiento genético”. Universidad Federal. 1994.
- SAS Procedures Guide: Statistics, (release 6.03) 1988 SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Schillo, K. K., J. B. Hall and S. M. Hileman. 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer J Anim Sci. 70:3994-4005.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA), en conjunto con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. “Inventario de la Población Ganadera, Bovino Carne y Leche – Cabezas – 2003 - 2012” [en línea], http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/bovino.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA 2012 [en línea], <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/>
- Simeril, N.A., C.J. Wilcox, W.W. Thatcher y F.G. Martin.1991. Prepartum and peripartum reproductive performance of Dairy Heifers Freshening at young ages. J. Dairy Sci. Sci. 74:1724.
- Troccon, J.L. 1993. Effect of winter feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. Livestock Prod. Sci. 36:157.