

**Efectos de la infestación de garrapata
Boophilus microplus, en la ganancia de peso y
los parámetros reproductivos y fenotípicos de
toros Brangus hasta los 19 meses**

Marco Antonio Vanegas Pérez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efectos de la infestación de garrapata
Boophilus microplus, en la ganancia de peso y
los parámetros reproductivos y fenotípicos de
toros Brangus hasta los 19 meses**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Marco Antonio Vanegas Pérez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Efectos de la infestación de garrapata *Boophilus microplus*, en la ganancia de peso y los parámetros reproductivos y fenotípicos de toros Brangus hasta los 19 meses

Presentado por:

Marco Antonio Vanegas Pérez

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Kenia David, Ing. Agr.
Asesora

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efectos de la infestación de garrapata *Boophilus microplus*, en la ganancia de peso y los parámetros reproductivos y fenotípicos de toros Brangus hasta los 19 meses

Marco Antonio Vanegas Pérez

Resumen: El objetivo del experimento fue evaluar toros Brangus, resistentes ó susceptibles al ataque de garrapatas *Boophilus microplus*, determinando la ganancia media diaria (GMD) entre grupos con diferentes niveles de infestación. El lote de toros evaluado fue dividido en 3 grupos por edad: “Grupo A” edad de 14 a 15 meses, “Grupo B” edad de 16 a 17 meses y “Grupo C” edad de 18 a 19 meses. En los toros seleccionados por AgriContato LTDA, se practicó un examen andrológico. Para cada grupo por edades, se estableció el nivel de infestación de garrapata: animales resistentes (1), baja infestación (2), alta infestación (3) y se midió su circunferencia escrotal (CE). Utilizando un sistema de clasificación fenotípica, Lamarca, se evaluó la conformación (musculatura, prepucio y estructura) y características raciales (cabeza, tipo, color) para los 120 toros, los resultados se correlacionaron con el peso y resultados de exámenes andrológicos (Motilidad, vigor y volumen de eyaculado) en 69 toros Brangus. Se observaron diferencias entre la GMD y peso al año de los toros con bajo nivel de infestación y una correlación inversa de la variable GMD con la variable grupo por edad. Se reportan correlaciones positivas, entre la clasificación fenotípicas y de peso, en comparación a los pesos al destete y edad por grupo. Se encontraron correlaciones proporcionales, entre los parámetros andrológicos y de peso. La ganancia de peso adicional en animales resistentes y el aumento de parámetros andrológicos y mayor peso en los animales con resistencia a las garrapatas, demuestran un alto potencial en estos procesos de selección.

Palabras claves. Andrología, clasificación lineal, ectoparásitos, mejoramiento animal, reproducción, resistencia.

Abstract: The objective of the experiment was to evaluate Brangus bulls, compared between resistant and susceptible animals to tick infestation through the determination of the average daily weight gain (GMD) between age groups and established levels of tick infestation. The bulls evaluated were divided by age in three groups: “Group A” with ages between 14 and 15 months, “Group B” between 16 and 17 months and “Group C” between 18 and 19 months. The group of bulls, which were selected based on parameters established by AgriContato LDTA Company, underwent an individual andrological examination. A level of tick infestation was established for each group in the selected bulls, these levels are defined as: level of resistant animals (1), level of low infestation (2) and level of high infestation (3); the scrotal circumference was measured for each bull in the three groups. The phenotypical classification was made using the Lamarca classification system which evaluates values of conformation (musculature, foreskin and structure) such as racial characteristics (head, type and color) for the 120 bulls. The results were correlated with weight parameters and the lab results of the andrological examination (motility, vigor and ejaculation volume) for the 69 selected Brangus bulls. The results showed significant differences between GMD and the weight gained during a year since the weaning and an inverse correlation between GMD and the variable group by age. The correlations between phenotypical values and weight were positive in comparison to the relation of the weaning

weight and the group by age. The correlation between the reproductive parameters and weight show a positive linear correlation in the development of corporal weight. The additional weight gain in resistant animals, the increase of reproductive characteristics in the bulls and a higher weight gain in bulls resistant to tick, show a big potential in these selection processes.

Key words: Andrology, animal breeding, phenotypical visual classification, resistance, tick, weight gain.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	v
Índice de Cuadros y Anexos.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. LITERATURA CITADA.....	18
7. ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Páginas
1. Descripción de los niveles de infestación de garrapata establecidos en el lote de toros evaluado	6
2. Sistema de valores numéricos de clasificación fenotípica visual LAMARCA y las posibles puntuaciones en notas por característica evaluada	8
3. Pesos promedios con influencia de los tres niveles de infestación.....	10
4. Pesos promedios con influencia de los tres grupos de edad de los toros.	11
5. Pesos promedios con interacción por grupo y grupo por infestación	12
6. Coeficientes de correlación entre los parámetros de peso y las variables fenotípicas y resultados del examen andrológico.....	13
7. Coeficientes de correlación entre los parámetros de clasificación fenotípica y las variables de peso y resultados del examen andrológico	13
8. Coeficientes de correlación entre los resultados del examen andrológico y las variables de peso.....	14
9. Coeficientes en el mejor modelo de regresión para el peso al año	15
Anexos	Páginas
1. Primer día de clasificación fenotípica de los toros y toma de datos de peso.....	20
2. Aretes SISVOV para la identificación definitiva de los toros durante el segundo pesaje	20
3. Segundo día de clasificación fenotípica y toma de pesos en los toros	21
4. Vista del lote completo de toros, junto al Ing. Fernando Lamarca, especialista clasificador de la raza Brangus	21
5. Observación y clasificación de notas fenotípicas y colecta de datos de peso.....	22

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de una mejora en la producción ganadera de leche y carne a nivel Centroamericano no es un problema que haya mostrado inquietud y manifestación en los productores y empresas de procesamiento afines a esta actividad en los últimos años. Esta situación, que muestra una desmejora en los niveles de producción en las últimas décadas, ha causado un declive en la actividad ganadera de la producción de carne, reduciendo así la oferta de productos de origen bovino hacia el extranjero, lo que genera un impacto en los ingresos que económicamente son potenciales para los países centroamericanos (Pomareda y Chaverri 2002).

Los sistemas de producción ganadera en los climas tropicales y sub-tropicales de Centro y Sur América han mostrado desventajas en la productividad del ganado de carne, causados por la degradación de los pastos por el sobrepastoreo de los bovinos (Kichel *et al.* 1999) y por factores en relación al manejo técnico y una errada selección e implementación de los sistemas de control sanitario. Uno de los mayores problemas es la existencia de organismos endoparásitos y ectoparásitos que causan una reducción en la eficiencia productiva de los animales bovinos (ganancia de peso, rápido desarrollo, puente de afecciones secundarias), entre ellos la garrapata *Boophilus microplus* de la familia Ixodidae. Su incidencia dentro de los escenarios de la pecuaria bovina genera problemas reproductivos, impacto en la generación de leche y carne, mayor incidencia de enfermedades y baja fertilidad de los animales, lo cual por años ha generado debate y muchas investigaciones dedicadas a la solución de este problema (Martínez *et al.* 2004).

La pérdida de peso en el ganado bovino de carne, por factores ambientales y biológicos representa también una pérdida económica para el productor pecuario. Las características de las razas cebú y europeas, mediante su cruzamiento muestran un desempeño mayor en la productividad para ciertos cruzamientos industriales donde son utilizados. En el caso de la raza Brangus, obtenida a partir del cruce de cualquier raza cebú y la raza Angus; contiene las ventajas en rusticidad de las razas cebú y de la raza Angus sus características físicas y reproductivas (mayor condición corporal, potencial materno elevado y precocidad sexual). Definida por la International Brangus Breeders Association (IBBA), la raza Brangus está conformada en grado de consanguinidad de razas por las proporciones 3/8 Cebú y 5/8 Angus (Gruszynski y da Silva 2005).

Las raza Brangus muestra un mayor desempeño en la pecuaria de producción de carne, generando un mayor índice de ganancia de peso, menor tiempo de acabamiento y la adaptabilidad al clima del trópico en el continente Americano, no obstante, dadas las proporciones del grado de consanguinidad del cruzamiento de esta raza, la presencia de

características británicas dadas por las razas europeas, la hace una raza susceptible al ataque de ectoparásitos como la garrapata (Villares 1941).

Durante décadas se han realizado proyectos para generar resistencia al problema de la infestación de garrapata y mejora de otras características tanto productivas como reproductivas, mediante la utilización de herramientas como transferencia de embriones, inseminación artificial y selección de animales resistentes, observando aquellos animales que obtienen un mayor desempeño y seleccionándolos a partir de las características deseables que se desean transmitir a futuros hatos de producción. Con estas herramientas se puede lograr una aceleración en el proceso de mejoramiento genético, debido a una mayor presión de selección en un núcleo o hato de ganado bovino establecido para una raza con mayor resistencia o mejora de las características de productividad (Mallard y Emam 2014).

El uso de valores numéricos en la clasificación y selección visual de animales que muestran un mayor desempeño, es usado como herramienta en programas de mejoramiento genético en ganado bovino de leche y carne, los métodos C.P.M.U. y E.P.M.U.R.A.S. (estructura corporal, conformación, precocidad, musculatura, ombligo, aspectos raciales, aplomos y características sexuales), se utilizan por empresas como GenSys y programas de mejoramiento de razas en Brasil y Sudamérica. Las características fenotípicas evaluadas, toman en cuenta aquellos animales superiores en productividad y las características anteriores, donde, en un hato de producción bovina toman valores numéricos que pueden ser representados y evaluados por alcanzar el objetivo del mejoramiento en un tiempo menor. Evaluar las características desarrolladas por animales usados como reproductores, tomando en cuenta el valor de transmisión mostrado en sus descendientes, pueden proporcionar información del potencial heredable de una característica (Ulhôa y de los Reyes 2007).

La circunferencia escrotal en los bovinos de carne es uno de los parámetros reproductivos principales en la evaluación de futuros reproductores para la venta de semen y como sementales para monta natural. Ésta característica está directamente relacionada con el peso corporal de los toros y su desempeño a futuro como reproductores, llegando a incidir en el volumen del eyaculado de los animales y en una mayor proporción de células espermáticas (Vásquez y Arango 2000).

AgriContato LTDA., empresa dedicada a prestar servicios de consultoría, planificación y servicios agropecuarios, formada por un equipo de profesionales especialistas en diferentes áreas, desarrolla el programa de mejoramiento genético contra garrapatas y clasificación fenotípica de toros de la raza Brangus para su comercialización como reproductores en la hacienda SANYO. Para demostrar el impacto que generan estos arácnidos en la ganancia de peso, desarrollo de características fenotípicas y reproductivas, el estudio fue desarrollado en el período comprendido desde el destete, hasta los 19 meses de edad de toros Brangus evaluados para su comercialización como reproductores resistentes a éste problema.

Para la hacienda SANYO AGROPECUÁRIA, producir animales para su uso como reproductores viables, incide en un elevado costo por la utilización de suplementación mineral, mano de obra, asistencia técnica y adquisición de animales para reemplazos como

sementales, que para Brasil representan algunos de los centros de costos más importantes para la mayoría de haciendas dedicadas a la producción de leche y carne, estos costos combinados al valor del combate de ectoparásitos y enfermedades causa, que producir carne en el mercado actual se vuelva menos rentable.

La ganancia de peso en los bovinos de carne, se ve limitada por el estrés físico y las posibles enfermedades que reducen el desempeño productivo de los animales (bajo apetito, problemas reproductivos, estrés y cicatrices irreversibles en la piel) muchas veces causado por ectoparásitos como la garrapata, que en muchos casos funciona como vector de enfermedades en el ganado bovino (Rocha 2012). La implementación del proyecto de resistencia contra garrapata, busca mejorar el índice de ganancia de peso en los toros y que éstos muestren mayor desarrollo en características fenotípicas y reproductivas para la raza Brangus.

La infestación de garrapata en los toros en la hacienda SANYO, se genera por la exposición de los animales en campo que son criados sobre pastoreo y únicamente con suplementación mineral. Para la empresa representa pérdidas económicas en el valor y calidad del producto, por lo que la reducción de costos para la solución de este problema de combate contra garrapata es una estrategia necesaria y comprobar su eficiencia, proporcionará a los toros y futuros reproductores un valor agregado al ser un producto resistente al ataque de garrapatas.

La clasificación fenotípica de los bovinos se utiliza actualmente en los programas de mejoramiento genético y productivo de los hatos ganaderos comerciales de leche y carne. En décadas anteriores la utilización de medidas de selección para mejoramiento de un hato ganadero, únicamente era basado en la selección de animales por su mayor desempeño en peso; actualmente evaluar las características fenotípicas visuales de los animales se usa para generar datos de conformación, estructura, composición racial, que son características propias para cada raza, adicionalmente los parámetros reproductivos en los toros, para fines distintos como la mejora de la calidad de semen, evalúa sus descendientes y las características heredables transmitidas (Ulhôa y de los Reyes 2007).

La ganancia de peso corporal en los toros tiene una relación lineal directa con el crecimiento de la circunferencia escrotal, éste parámetro se utiliza en conjunto con las evaluaciones andrológicas en bovinos, para determinar el potencial como reproductores de monta natural y semen (Vasquez y Arango 2000). En futuros proyectos de reproducción animal o mejoramiento de hatos bovinos, los resultados positivos de estos análisis (motilidad, viabilidad, morfología seminal) califican el desempeño de los toros, pudiendo evaluar la calidad del semen para monta natural o semen congelado en laboratorios de reproducción animal y garantizar el éxito de un programa (Severo 2009).

Desenvolver un proyecto de mejoramiento genético para bovinos de carne, criados bajo condiciones similares a los sistemas de producción convencional (pastoreo continuo y suplementación mineral), mediante una selección de animales resistentes a la infestación de ectoparásitos, puede mostrar resultados positivos en la creación de un animal mejorado en genotipo y fenotipo, para una producción mayor.

No considerar la temperatura, época del año (verano, invierno) precipitación y muestreos de niveles poblacionales en campo de las garrapatas, los cuales pueden incidir en un mayor volumen para las generaciones por año y que depende de la ubicación geográfica de éstos factores en los climas tropicales para el desarrollo del ciclo de vida de la garrapata (Rocha 2012).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre el sistema de clasificación fenotípica Lamarca, los niveles de infestación de garrapatas establecidos, el desempeño en peso y correlaciones entre variables de carácter reproductivo en toros Brangus. Evaluar la ganancia media diaria de los toros clasificados como resistentes contra los animales que fueron susceptibles al ataque de las garrapatas, determina la influencia de los efectos grupo y nivel de infestación sobre la ganancia corporal de peso, esta relación busca determinar el efecto positivo sobre los parámetros reproductivos del examen andrológico y la mejora de las características en fenotipo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. La investigación se realizó durante el desarrollo del programa de prácticas profesionales externas en la hacienda AGROPECUARIA SANYO Ltda, ubicada en la ciudad de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. La región a la que pertenece éste estado, se encuentra entre la clasificación climática de Brasil como tropical húmedo y húmedo caliente, con una temperatura media anual superior a 18 °C (Rodrigues 2005), con una precipitación pluvial menor a 200 mm acumulados para la estación de verano (noviembre a marzo).

Diseño experimental. La elaboración del análisis estadístico fue por medio del programa “Statistical Analysis System” SAS® versión 9.3. Para determinar la influencia de los efectos grupos y niveles de infestación, contra las variables dependientes ganancia media diaria (GMD), peso al destete y peso anual, se utilizó el análisis de varianza ANOVA, utilizando el contraste de medias por el método LSMEANS.

El modelo estadístico utilizado para la evaluación del lote de 120 toros fue por medio del procedimiento GLM (Generalized Linear Model), para el análisis de las variables dependientes: peso al destete, peso al año transcurrido y GMD de peso, para determinar la relación con los efectos grupo (edades) y niveles de infestación.

Se utilizó el modelo de regresión múltiple PROC CORR, para determinar los coeficientes de correlación de PEARSON entre las variables de peso, características fenotípicas, niveles de infestación y parámetros reproductivos de los toros clasificados para reproductores, en los cuales se realizó un examen andrológico, analizando 69 toros seleccionados a criterio de la empresa AgriContato.

El modelo estadístico de regresión múltiple PROC REG evaluó los modelos de correlación potenciales, utilizando como variable dependiente el peso anual de los toros en interacción con todas las variables en el estudio. El criterio de selección para el modelo REG fue basado en el coeficiente de MALLOW'S, comparando la variable dependiente peso anual desde el destete, para determinar el intercepto de las variables de interés siguientes mostradas en el modelo más aceptado: GMD, peso al destete, grupo, nota de conformación, motilidad y volumen del eyaculado, en los toros que se practicó el examen andrológico. Para todos los modelos estadísticos se usó un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

Diseño de Grupos. Se establecieron tres grupos de acuerdo a las edades de los toros. Los toros proviene de un proceso de selección de becerros que pesaron 40 kg al nacer, todos nacidos en el año 2013 en la época de nacimientos comprendida entre los meses de julio a diciembre, realizado por el equipo de la empresa AGRICONTATO Ltda.

Para determinar el efecto de la variable grupo, en relación al desempeño en ganancia de peso, los toros se dividieron en los tres grupos siguientes: “Grupo A” edad de 14 a 15 meses, “Grupo B” edad de 16 a 17 meses y “Grupo C” edad de 18 a 19 meses. Para cada grupo de edad, se estableció individualmente el nivel de infestación de garrapata presente en los toros.

Variables a medir. Durante la clasificación fenotípica de los toros, se tomaron individualmente datos de peso, nivel de infestación de garrapatas, valores numéricos visuales de clasificación fenotípica y medidas de circunferencia escrotal (CE) para posteriormente realizar un examen andrológico.

Niveles de Infestación. La infestación de garrapata en cada toro se definió en tres niveles por la presencia observada en el cuerpo, durante la clasificación fenotípica el día de la toma del primer peso. Los niveles de infestación establecidos son basados en estimación visual (presencia observada por el evaluador), no datos de medición (cm, mm, etc). Los niveles de infestación de garrapata, son los siguientes: nivel alta infestación, nivel baja infestación y nivel animales resistentes, para la descripción de los niveles observar Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los niveles de infestación de garrapata establecidos en el lote de toros evaluado.

Nivel de infestación observado	Descripción y características
Nivel alta infestación (3)	El toro muestra en todo el cuerpo > 80% presencia de garrapatas (cuello, pecho, extremidades anteriores y posteriores, cola, abdomen lleno, lesiones o daños ocasionados por garrapata, cicatriz de garrapata).
Nivel baja infestación (2)	Los toros muestran parcialmente presencia de garrapatas <50% del cuerpo (pecho o cuello libres, extremidades posteriores o anteriores libres, libre de cicatrices o lesiones).
Nivel animales resistentes (1)	Los toros muestran ausencia total o visible de garrapatas 100% del cuerpo (miembros anteriores y posteriores libres, pecho y cuello libres, abdomen libre, libre de cicatrices o lesiones por garrapata).

Peso de los toros. Cada 30 días, se tomaron dos pesos de cada toro. Por parte de la hacienda SANYO, se detuvieron las aplicaciones con agroquímicos para el control de las garrapatas cuatro meses antes de iniciar el pesado de los toros. Se utilizó una pesa electrónica BECKHAUSER™ en los dos pesos del experimento. El área designada en la hacienda para evaluación de ganado, es prevista de “mangas o troncos” (lugar de inmovilización del

animal) y de corrales para la estimación visual fenotípica de los toros, el establecimiento del nivel de infestación, medidas de CE y peso de los toros. Los datos de peso al destete y GMD utilizados en el análisis estadístico, fueron ajustados a 240 y 360 días respectivamente, para reducir posibles variaciones entre los grupos de edad, debido a la diferencia en número de días, en que fueron destetados los becerros.

Medidas de circunferencia escrotal (CE). En la colecta de datos del segundo peso, se tomó medida de la circunferencia escrotal de los toros, con una cinta métrica especial para esa medición otorgada por la empresa brasileña ABS Pecplan.

GMD. La ganancia media diaria de peso es un parámetro utilizado para calcular el desempeño de un animal en peso, en un período de tiempo definido. Los valores numéricos que estiman éste parámetro son; el peso actual del animal menos el peso obtenido en el primer pesaje, la diferencia en número de días entre la fecha del peso actual y la fecha del primer peso. Las dos diferencias obtenidas son divididas entre sí para obtener el valor de la GMD.

Clasificación Fenotípica. Individualmente se asignaron valores numéricos en las características fenotípicas para los toros, tomando como método el sistema de clasificación LAMARCA. Este sistema de evaluación visual fue desarrollado por el genetista argentino Ing. Agro. MSc. Fernando Lamarca, miembro de la comisión directiva y especialista asesor de la Asociación Argentina de Brangus, en 1975. Los criterios de clasificación usados son característicos y propios para la raza Brangus, utiliza escalas numéricas para dar valor a cada criterio observado, calificando por separado, el desarrollo de características fenotípicas y así obtener una foto parcial o representación de notas individuales para los animales.

Las características evaluadas son indicadores generales del tamaño del animal, estructura de miembros (prepucio, lomo, piernas y tamaño de carcaza), conformación, facilidad de acabamiento (gordura identificable o deposición de gordura), características raciales y estructura corporal descritas en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Sistema de valores numéricos de clasificación fenotípica visual LAMARCA y las posibles puntuaciones en notas por característica evaluada.

Observación	Clasificación	Nota	Descripción
Racial	Cabeza	1	Sin cuernos
		2	Cuernos visibles o pequeños
		3	Cuernos grandes
	Tipo	1	Británico
		2	Mediano
		3	Cebú
	Color	1	Negro
		2	Negro con pocas manchas blancas
		3	Negro con muchas manchas blancas
		4	Rojo
		5	Barcino
		6	Oscuro
		7	Otros
	Conformación	Músculo	1
2			Óptimo
3			Medio
4			Abajo de la media
5			Musculatura pobre
Umbligo o Prepúcio		1	Corto (pegado al abdomen)
		2	Bueno (deseable)
		3	Medio
		4	Tolerado
		5	Muy bajo (colgante)
Estructura		1	Excelente
		2	Buena
		3	Media
		4	Probre (mal desarrollada)
		5	Mala
Conjunto	1	Excelente	
	2	Bueno	
	3	Medio	
	4	Abajo de la media	
	5	Malo	

Examen Andrológico. Para obtener el porcentaje de motilidad espermática, vigor de los espermias y el volumen del eyaculado, se practicó en 69 toros un examen andrológico para determinar los usos como reproductores viables. Los resultados de laboratorio fueron utilizados para determinar su correlación con las variables fenotípicas, variables de peso y niveles de infestación por grupo. La selección de los toros dentro de los grupos de edad,

concluyó por parte de la empresa quienes consideraron las características fenotípicas de interés a mejorar, seleccionando 69 toros de los tres grupos por edades del estudio.

Identificación de los toros. Se usó un arete SISVOV para designar un número único y definitivo, con el uso de un aplicador de aretes para bovinos, ya que la identificación que fue dada al momento del nacimiento es hecha mediante marcación por fuego (fierros candentes) y aretes para bovinos que sólo identifican a cada toro por el mes de nacimiento y con el mismo número de identificación de la madre el cual no es el definitivo para los toros.

Descripción e historial de la raza Brangus. Las características raciales descritas para la conformación de la raza Brangus comenzaron con los primeros cruzamientos entre la raza Brahman principalmente, diferentes razas cebú y la raza Angus, efectuados en el estado de Lousiana, Estados Unidos, en 1912. Finalizando el 29 de julio de 1949, se fundó la American Brangus Breeders Association, en Oklahoma, Estados Unidos, que más tarde pasó a ser llamada la International Brangus Breeders Association (IBBA), con sede en San Antonio, Texas. Finalmente fue establecido el grado ideal de consanguinidad para la raza Brangus, por las proporciones $3/8$ Cebú y $5/8$ Angus, la cual mostraba mediante los cruzamientos, la rusticidad de las razas cebú (resistencia parasitaria, tolerancia al calor y habilidad materna) y las ventajas de la raza Angus (calidad de carne, precocidad reproductiva y elevado potencial materno) posicionando al ganado Brangus como una opción productiva de una raza completa. Entre las ventajas más sobresalientes de ésta raza, la facilidad de partos, alta tasa de peso al destete y al año después el destete, una ganancia de peso mayor en sistemas de pastoreo y en confinamiento, hembras para reemplazos con una pubertad precoz y una carne de calidad calificada como succulenta, atiende actualmente a los paladares más exigentes en el consumo de carne roja (Gruszynski y da Silva 2005).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso al destete. El peso promedio al destete no presentó diferencias con una $P > 0.05$, para los diferentes niveles de infestación de garrapatas se presenta en el Cuadro 3. La falta de efecto posiblemente pueden estar influenciado por los factores no genéticos (clima, estación anual, edad y sexo) y genéticos (grado de consanguinidad de razas), los cuales no fueron tomados en consideración para el estudio. Efectos como resistencia transmitida durante la lactación de los becerros, debido a ciertos componentes presentes en la leche, brindan una infestación de garrapatas en menor grado para los lactantes en comparación a sus madres (Rocha 2012).

Cuadro 3. Pesos promedios con influencia de los tres niveles de infestación.

Nivel de infestación	n	Peso destete (kg)	Peso año (kg)	GMD (g/día)
1	48	263.1 a	366.6 a	0.489 a
2	54	265.1 a	357.1 a	0.403 b
3	18	275.1 a	354.5 a	0.321 c
Probabilidad		0.35	0.42	< 0.0001
C.V. (%)		11	11.5	30.4

^{abc} Pesos promedio con la misma letra no muestran diferencias significativas en la misma columna.

C.V. = Coeficiente de variabilidad.

n = Número de observaciones.

Peso al año. Los pesos promedio al año no presentan diferencias entre las medias. Los resultados están representados en el Cuadro 3, Rocha (2012) establece que el peso corporal puede estar influenciado por factores genéticos y no genéticos, los cuales no fueron confidenciados en este estudio.

Ganancia media diaria. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la ganancia media diaria (GMD). El nivel de infestación 1 (animales resistentes) muestra una GMD = 12 y 13% mayor en comparación a los niveles de infestación 2 y 3, respectivamente. Se puede inferir que a mayor grado de infestación, éste influye negativamente en la ganancia media diaria de peso en los toros, en comparación a los toros resistentes a garrapatas.

Peso al destete. El peso al destete para los diferentes grupos de toros se presenta en el Cuadro 4. Las medias obtenidas en los grupos analizados en base al peso al destete, muestra que el Grupo 1 (14-15 meses) presenta el peso al destete más bajo en los tres grupos de edad, en una relación de diferencia igual al 11% contra los grupos 2 y 3, equitativamente.

Las diferencias mostradas entre las medias de peso al destete entre los tres grupos de edad, pueden ser descritas por la diferencia de días en que fueron destetados los grupos de toros.

Cuadro 4. Pesos promedios con influencia de los tres grupos de edad de los toros.

Grupo (edades)	n	Peso destete (kg)	Peso año (kg)	GMD (g/día)
1 (14-15 meses)	25	244.4 b	322.6 b	0.521 a
2 (16-17 meses)	36	266.7 a	365.4 a	0.458 b
3 (18-19 meses)	59	274.4 a	373.7 a	0.365 c
Probabilidad		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
C.V. (%)		10.4	10.2	29.9

^{abc} Pesos promedio con la misma letra no muestran diferencias significativas en la misma columna.
C.V. = Coeficiente de variabilidad.
n = Número de observaciones.

Los días de destete de diferencia entre grupos e intergrupales, son resultado de no efectuar el destete el mismo día para todos los toros que tienen la misma edad, factores exógenos como búsqueda de los animales en áreas de pastoreo grandes, duración de los días de lactancia de los becerros y desarrollo de la habilidad de pastoreo individual de los becerros, pueden interferir en el desarrollo uniforme de los grupos para la ganancia de peso. Utilizando pesos ajustados este error puede ser disminuido para la variación de días de destete.

Peso al año. El peso promedio al año para los diferentes grupos se presenta en el Cuadro 4. Las medias del peso anual de los toros no difieren entre los grupos de edad 2 y 3, las cuales en contraste contra el grupo 1 de edad presentan una diferencia mayor en peso del 10% y 11%, respectivamente. Se obtienen medias mayores de peso en relación a la edad de los toros, infiriendo así que a mayor diferencia de días entre grupos el peso anual de los toros aumenta entre medias.

Ganancia media diaria. La ganancia media diaria de peso de los toros es representada en el Cuadro 4. La diferencia entre medias de los grupos de edad, describen una mayor GMD para el grupo 1, en un 11 y 14% contra los grupos 2 y 3, respectivamente. Se infiere que la GMD de los toros en comparación entre grupos, es mayor para los toros de menor edad. Este efecto se debe al crecimiento exponencial mayor en los primeros meses de edad de los bovinos, que se normaliza a medida que la curva de crecimiento alcanza las etapas de pubertad y madurez sexual en los animales, en la cual se reduce su crecimiento en peso cuando alcanza un nivel máximo (Velez 2011).

Peso al destete. Promedios de peso al destete con interacción por grupo y grupo por infestación son mostrados en el Cuadro 5. El efecto grupo por infestación contra el peso al destete, no muestra diferencias en el contraste de medias. Rocha (2012) describe posiblemente un efecto relacionado a la lactancia de los becerros. Diversos componentes en la leche, sangre y calostro, dan resistencia al ataque de garrapatas en los becerros

lactantes a través del cuidado materno de la vaca; por otro lado el factor edad describe una menor presencia de infestación para animales jóvenes en comparación con animales adultos.

Cuadro 5. Pesos promedios con interacción por grupo y grupo por infestación.

Grupo	Nivel de Infestación	n	Peso destete (kg)	Peso año (kg)	GMD (g/día)
A	1	25	240.8 a	323.9 a	0.553 a
	2		250.2 a	324.9 a	0.499 a
	3		228.0 a	280.0 a	0.350 a
B	1	36	264.5 a	374.1 a	0.515 a
	2		265.3 a	354.4 a	0.403 bc
	3		281.8 a	369.5 a	0.415 ac
C	1	59	278.8 a	390.4 a	0.417 a
	2		271.0 a	371.3 ab	0.366 ab
	3		276.6 a	355.7 b	0.290 c
Probabilidad			0.0061	< 0.0001	0.0036
C.V. (%)			10.6	9.9	28.3

^{abc} Medias de peso representadas con letras distintas en la misma columna, muestran diferencias significativas con una $P \leq 0.05$.

C.V. = Coeficiente de variabilidad.

n = Número de observaciones.

Peso al año. La ganancia de peso al año de los toros con interacción por grupo y grupo por infestación son mostrados en el Cuadro 5. Las medias de peso no presentan diferencias entre los grupos A y B. En el grupo C de edad, el nivel de infestación muestra un nivel de significancia $P = 0.0092$. Éste grupo muestra una relación entre la ganancia de peso al año, contra el nivel infestación de garrapatas, demostrando un una mayor ganancia de peso en los toros resistentes (1) contra los niveles de infestación alta y baja (2 y 3).

Ganancia media diaria. La ganancia media diaria de peso en los toros con interacción por grupo y grupo por infestación son mostrados en el Cuadro 5. El grupo de menor edad (A), no muestra diferencias en las medias de peso por el nivel de infestación de garrapatas, posiblemente este efecto es descrito por el crecimiento exponencial de los bovinos en los primeros meses de desarrollo en ganancia de peso en relación a la edad.

Los grupos de edad B y C muestran diferencias, resultando que la interacción de los efectos grupo por nivel de infestación contra la variable GMD, interfieren en la ganancia media diaria de peso de los toros por el grado de infestación de garrapatas. Se infiere que los animales resistentes al ataque de garrapatas obtienen una ganancia mayor de peso diario en comparación a los grupos clasificados con infestación baja y alta.

Correlaciones para los parámetros de peso. Correlaciones de los parámetros de peso contra las variables fenotípicas y resultados del examen andrológico. Los datos son mostrados en el Cuadro 6. La GMD por el nivel de infestación muestra una correlación inversa baja, lo cual explica el comportamiento de los resultados encontrados en el análisis de varianza. Vásquez y Arango (2011) describen un efecto de crecimiento de circunferencia escrotal a medida que el peso corporal de los toros aumenta, lo cual demuestra la correlación positiva entre la CE y el peso al destete.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación entre los parámetros de peso y las variables fenotípicas y resultados del examen andrológico.

Variables correlacionadas	CCP	Probabilidad	Descripción	
Peso destete × Peso al año	0.78	0.0001	Positiva	Alta
Peso al año × Grupo	0.57	0.0001	Positiva	Media
Peso destete × Grupo	0.50	0.0001	Positiva	Media
Peso destete × CE	0.33	0.0055	Positiva	Media
GMD × Grupo	-0.44	0.0001	Inversa	Media
GMD × Nota conformación	-0.31	0.0098	Inversa	Media
GMD × Nota infestación	-0.28	0.0187	Inversa	Baja

CCP = Coeficientes de correlación de Pearson.

GMD = Ganancia media diaria de peso en g.

CE = Diámetro de circunferencia escrotal.

La GMD contra los grupos por edades muestra una correlación inversa, la cual describe una reducción en la ganancia media diaria de los toros con relación al aumento de la edad dado por el efecto de crecimiento rápido en los primeros meses de desarrollo de los toros (Velez 2011).

Correlaciones para los parámetros de clasificación fenotípica. Correlaciones de las variables fenotípicas contra las variables CE, peso al año y edad por grupo, representadas en el Cuadro 7. La nota de prepucio presenta una correlación positiva contra el peso al año y la edad por grupo, posiblemente debido a la ganancia corporal de peso en relación al desarrollo de características reproductivas (Vásquez y Arango 2002).

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre los parámetros de clasificación fenotípica y las variables de peso y resultados del examen andrológico.

Variables correlacionadas	CCP	Probabilidad	Descripción	
Nota musculatura × CE	-0.32	0.0076	Inversa	Media
Nota prepucio × Peso al año	0.31	0.0101	Positiva	Media
Nota prepucio × Grupo	0.32	0.0077	Positiva	Media

CCP = Coeficientes de correlación de Pearson.

CE = diámetro de circunferencia escrotal.

La CE contra el peso al destete muestra una correlación positiva y la variable GMD una correlación inversa con la edad por grupo (Cuadro 6). El efecto inverso de la variable nota muscular contra la CE, podría estar influenciada por la GMD que correlaciona inversamente la ganancia de peso (musculo). El sistema de clasificación Lamarca se realiza con base en valores no cuantitativos (cm, mm, kg), para éste caso el efecto descrito por Vásquez y Arango (2002) no demuestra un el crecimiento de la circunferencia escrotal por notas de clasificación fenotípica.

Correlaciones para los parámetros reproductivos. Parámetros de los resultados del examen andrológico correlacionados entre sí y con las variables de peso, son mostrados en el Cuadro 8. La CE muestra una correlación positiva por el efecto grupo y peso año, demostrando el crecimiento de circunferencia escrotal por la ganancia de peso corporal de los toros (Vásquez y Arango 2002). La calidad de semen está relacionada con la circunferencia escrotal, e influye directamente en los resultados positivos de los análisis andrológicos de laboratorio con diámetros promedios mayores a 35 cm (Boggio 2007).

Cuadro 8. Coeficientes de correlación entre los resultados del examen andrológico y las variables de peso.

Variables correlacionadas	CCP	Probabilidad	Descripción	
CE × Grupo	0.31	0.0086	Positiva	Media
CE × Peso al año	0.25	0.0351	Positiva	Baja
Motilidad × Vigor	0.65	< 0.0001	Positiva	Media

CCP = Coeficientes de correlación de Pearson.

CE = diámetro de circunferencia escrotal.

La variable CE no presento correlación con las variables reproductivas; sin embargo las variables de motilidad y vigor presentan correlación entre sí. La circunferencia escrotal no presentó correlación contra los parámetros reproductivos del examen andrológico, posiblemente debido al número reducido de datos de medidas de CE y registros de exámenes andrológicos,

Los niveles de infestación de los toros, no presentan correlación con los pares de variables del estudio, únicamente contra la variable GMD, con un nivel de significancia $P = 0.0187$ y un coeficiente de correlación de Pearson de -0.28 , que describe una relación inversa entre la ganancia media diaria a medida que aumenta el nivel de infestación en los grupos (Cuadro 6) lo cual demuestra una mayor ganancia de peso de los animales resistentes contra los animales infestados.

Determinación de la ganancia de peso anual. El mejor modelo de regresión para el peso al año de los toros, es representado en el Cuadro 9. El intercepto de relación del mejor modelo es igual a -80.02138 . El peso al año es representado por Y y las variables en contraste son representadas por X en el modelo de regresión.

Cuadro 9. Coeficientes en el mejor modelo de regresión para el peso al año.

Variables	Coeficientes	Probabilidad
Intercepto	-80.02	<0.0001
Ganancia media diaria	112.55692	0.0134
Peso al destete	1.26252	< 0.0001
Grupo	19.76360	0.0134
Nota de conformación	-19.40905	0.0471
Volumen del eyaculado	4.95962	0.0438

4. CONCLUSIONES

- La ganancia media diaria de animales resistentes a la infestación de garrapatas, es mayor en comparación a los animales infestados.
- Existen correlaciones proporcionales entre las variables fenotípicas y parámetros de peso a medida que el peso corporal aumenta, sin embargo se reporta una correlación inversa para la GMD por el crecimiento exponencial de los bovinos.
- La circunferencia escrotal de los toros está influenciada por la ganancia corporal de peso de los toros.
- Los animales resistentes mostraron una mayor ganancia de peso por tanto esto se puede tomar como una forma de defensa de toros reproductores a la infestación de garrapatas.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar animales resistentes para mejorar productivamente hatos bovinos de carne.
- Se recomienda analizar la región donde potencialmente se puede aplicar el uso de éstos animales resistentes, ya que posibles cambios en clima y ambiente, pueden afectar el grado de infestación de garrapatas.
- Realizar un análisis por medio de marcadores genéticos para estimar la posible heredabilidad de la resistencia a la infestación de garrapatas.

6. LITERATURA CITADA

- Boggio, J. 2007. Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial y Funcional del Toro. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. p. 17-19.
- Gruszynski, L. A. y Â. da Silva. 2005. Manual do Criador Brangus (2 da. ed.). Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Associação Brasileira de Brangus.
- Kichel, A. N., A. H. Zimmer y C. H. Behling. 1999. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. I Simpósio de Produção de Gado de Corte. Embrapa Gado de Corte.
- Mallard, B. y M. Emam. 2014. Genetic selection of cattle for improved immunity and health. Department of Pathobiology, Ontario Veterinary College, University of Guelph. Ontario, Canadá. 9 p.
- Martínez, M. L., M. V. Silcv. y M. A. Machado. 2004. A Biologia Molecular como Aliada no Combate aos Carrapatos. V Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. SBMA - Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal.
- Pomareda, D. C. y D. E. Chaverri. 2002. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor, FAO. Obtenido de: http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6366s/x6366s03.htm#P0_0
- Rocha, D. 2012. Análise Genética de Resistência ao Rhipicephalus (boophilus) microplus em bovinos cruzados Hereford x Nelore. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP. Jaboticabal, Brasil. p. 19-31.
- Rodrigues, I. 2005. O clima como um dos fatores de expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso. Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. p. 28-30.
- Severo, N. C. 2009. Influência da qualidade do sêmen bovino congelado sobre a fertilidade. A Hora Veterinária. Ano 28, nº 167. ABS Pecplan. Mato Grosso, Brasil. p. 2-4.
- Ulhôa, C. y A. de los Reyes. 2007. Utilização Escores Visuais de Características Morfológicas de Bovinos Nelore como Ferramenta para Melhoramento Animal. Embrapa Cerrados. Planaltina, Brasil. 39 p.
- Vásquez, L. y J. Arango. 2000. Relación entre Medidas Corporales y Desarrollo Testicular en Toretas Brahman Peripuberales. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. p. 7-9.

Velez, O. 2011. Analisis de las imitaciones nutricionales y de manejo en un sistema de produccion lechera en el Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. p. 53-56.

Villares, J. B. 1941. Contribuição ao estudo da resistência e suscetibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. São Paulo: Boletim de Indústria Animal.

7. ANEXOS

Anexo 1. Primer día de clasificación fenotípica de los toros y toma de datos de peso.



Anexo 2. Aretes SISVOV para la identificación definitiva de los toros durante el segundo pesaje.



Anexo 3. Segundo día de clasificación fenotípica y toma de pesos en los toros.



Anexo 4. Vista del lote completo de toros, junto al Ing. Fernando Lamarca, especialista clasificador de la raza Brangus.



Anexo 5. Observación y clasificación de notas fenotípicas y colecta de datos de peso.

