

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
SANTO DOMINGO

“EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE  
Brahman PARA ENGORDE, MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO  
ROTACIONAL DIARIO”

CLAUDIA VIRACOCHA MEJÍA

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2011

II

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
SANTO DOMINGO

“EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE  
Brahman PARA ENGORDE MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO  
ROTACIONAL DIARIO”

CLAUDIA VIRACOCCHA MEJÍA

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO.

SANTO DOMINGO – ECUADOR

2011

“EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE  
Brahman PARA ENGORDE MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO  
ROTACIONAL DIARIO”

CLAUDIA VIRACOCCHA MEJÍA

REVISADO Y APROBADO

---

ING. VICENTE ANZULES.  
DIRECTOR DE CARRERA  
DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

---

Dr. Gelacio Gómez Mendoza.  
DIRECTOR

---

Ing. Jorge Lucero Borja. MSc.  
CODIRECTOR

---

Ing. Vinicio Uday P.  
BIOMESTRISTA

---

Dr. Ramiro Cueva  
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

IV

“EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE  
Brahman PARA ENGORDE MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO  
ROTACIONAL DIARIO”

CLAUDIA VIRACOCHA MEJÍA

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Gelacio Gómez Mendoza. DIRECTOR	_____	_____
Ing. Jorge Lucero Borja. Ms.Sc. CODIRECTOR	_____	_____

CETIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
ESTA UNIDAD

---

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

**DEDICATORIA**

Ofrezco este trabajo a las personas que me han apoyado para alcanzar esta meta durante estos años de estudio, en especial a mis padres Claudio y Blanca, a mi hermana Isabel, mi hermano Andrés y mi primo Jaime.

A las personas dedicadas a la actividad ganadera, esperando que este trabajo les aporte en su labor.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por las pruebas y bendiciones otorgadas.

A mis padres, por su ejemplo y dedicación; a mis tres hermanos, por el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Un agradecimiento especial para el Dr Gelacio Gómez por su ayuda y soporte en el desarrollo de esta investigación, por todo el conocimiento compartido. Al Ing. Jorge Lucero por las recomendaciones y sugerencias indispensables para la realización de este proyecto.

A la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ciencias Agropecuarias Santo Domingo, al personal docente y administrativos por el valioso aporte a mi formación.

Al Dr. Raúl Gaibor Propietario de la Hacienda Rancho Ila por permitirme desarrollar esta investigación en dicha unidad productiva, al señor Hernán Silva administrador de la Hacienda y a los señores trabajadores Evaristo Cusme y Carlos Marzillo por su oportuna ayuda.

A mis compañeros y amigos con quienes compartí estos años de formación académica.

**AUTORÍA**

Todos los criterios emitidos en la presente investigación son responsabilidad del autor

Claudia Viracocha Mejía

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Capítulo</b>	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 BOVINOS BAJO CEBA	4
2.2 CASTRACIÓN	5
2.2.1 Consecuencias de la castración	7
2.3 EDADES DE CASTRACIÓN	8
2.4 MÉTODOS DE CASTRACIÓN	11
2.4.1. Método Quirúrgico	12
2.4.1.1. Tradicional	12
2.4.2. Métodos no Quirúrgicos	13
2.4.2.1. Burdizo	13
2.4.2.2. Anillo elastrador	14
2.5. ANIMALES CASTRADOS VS ENTEROS	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	18
3.1.1. Ubicación Política y Geográfica	18
3.1.2. Ubicación Ecológica	19

## IX

3.1.3. Materiales de Campo	19
3.1.4. Materiales de Oficina	20
3.2. MÉTODOS	21
3.2.1. Diseño Experimental	21
3.2.1.1. Factores a probar	21
3.2.1.2. Tratamientos a comparar	21
3.2.1.3. Tipo de diseño	22
3.2.1.4. Repeticiones	23
3.2.1.5. Características de la UE	23
3.2.2. Análisis Estadístico	24
3.2.2.1. Esquema de Análisis de Varianza	24
3.2.2.2. Coeficiente de variación	24
3.2.2.3. Análisis funcional	25
3.2.3. Análisis económico	25
3.2.4. Variables a medir	25
3.2.5. Métodos Específicos para el Manejo del Experimento.	26
3.2.5.1. Metodología para el manejo de los animales.	26
3.2.5.2. Metodología para Determinar el tratamiento de menor costo.	27
3.2.5.3. Metodología para difundir los resultados a los interesados para su conocimiento y aplicación.	28
IV. RESULTADOS	29
4.1. GANANCIA DIARIA DE PESO	29
4.2. PESO VIVO	32

4.3. PÉRDIDA DE PESO POSTCASTRACIÓN (PP) Y TIEMPO DE RECUPERACIÓN (TR)	37
4.4. CONDICIÓN CORPORAL	40
4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO	48
V. DISCUSIÓN	49
5.1. GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)	49
5.2. PESO VIVO (PV)	50
5.3. PÉRDIDA DE PESO POSTCASTRACIÓN (PP) Y TIEMPO DE RECUPERACIÓN (TR)	51
5.4. CONDICIÓN CORPORAL	53
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	56
VIII. RESUMEN	57
IX. SUMARIO	58
X. BIBLIOGRAFÍA	59
XI. ANEXOS	67

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO N°</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Factores a probar para determinación de la edad y métodos óptimos de castración en bovinos para engorde.	21
Cuadro2. Tratamientos implantados para la investigación Determinación de la edad y métodos óptimos de castración en bovinos para engorde	22
Cuadro 3. Análisis de varianza	24
Cuadro 4. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso de acuerdo a la edad y método de castración.	32
Cuadro 5. Análisis de varianza del peso vivo de los animales	35
Cuadro 6. Valores de probabilidad de similitud entre el peso vivo inicial vs otros pesos durante el engorde dentro de cada edad de castración.	36
Cuadro 7. Comparación de los distintos métodos de castración con el testigo (no castrado) dentro de cada edad en el efecto sobre el peso vivo.	38

## XII

Cuadro 8. Análisis de varianza de la ganancia o pérdida de peso del periodo post- castración.	40
Cuadro 9. Análisis de varianza para la condición corporal de los animales.	43
Cuadro 10. Condición corporal (CC) en relación a la edad de los animales al inicio y final del engorde.	44
Cuadro 11. Condición corporal (CC) de acuerdo al método de castración	44
Cuadro 12. Proporción de animales en un rango de condición corporal de acuerdo a la interacción Edad x Método de castración al inicio del ensayo	47
Cuadro 13. Proporción de animales en un rango de condición corporal de acuerdo a la interacción Edad x Método de castración al día 91.	48
Cuadro 14. Análisis de la Condición corporal (CC) final (196 d) de los tratamientos.	49
Cuadro 15. Costos Totales de los tratamientos y costo por animal en la investigación.	51

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA N°</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica del experimento	
Figura 2.- Análisis de la ganancia de peso diaria (GDP) en kg/día de acuerdo a la edad de castración en interacción con el método de castración.	33
Figura 3. Análisis de la ganancia de peso diaria (GDP) en kg/día de acuerdo a la edad de castración	34
Figura 4. Incremento de peso vivo PV en kg durante el periodo de engorde de acuerdo a la edad.	37
Figura 5. Análisis del peso vivo en kg de acuerdo a la interacción entre la edad y el método de castración	39
Figura 6. Análisis de la ganancia o pérdida de peso en kg/día post-castración de los tratamientos.	41
Figura 8. Condición corporal de los animales de acuerdo a los días de engorde.	45
Figura 9. Condición corporal de los animales de acuerdo al método de castración.	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°</b>	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Costos Fijos para la determinación de edad y método óptimo de castración.	67
Anexo 2. Costos Variables para la determinación de edad y método óptimo de castración.	68
Anexo 3. Escala de Lowam para condición corporal.	69
Anexo 4. Peso inicial terneros dos meses de edad	70
Peso inicial terneros ocho meses de edad	70
Peso inicial terneros catorce meses de edad	71
Anexo 5. Hoja de Campo Peso semanal terneros dos meses de edad	72
Hoja de Campo Peso semanal terneros ocho meses de edad.	73
Hoja de Campo Peso semanal terneros catorce meses de edad.	74
Anexo 6. Hoja de Campo Peso tomado cada 21 en terneros dos meses de edad.	75
Hoja de Campo Peso tomado cada 21 en terneros ocho meses de edad.	76
Hoja de Campo Peso tomado cada 21 en terneros catorce meses de edad.	77
Anexo 7. Hoja de Campo Condición corporal semanal terneros dos meses de edad.	78
Hoja de Campo Condición corporal semanal terneros ocho meses de edad.	79
Hoja de Campo Condición corporal semanal terneros catorce meses de edad.	80

Anexo 8. Hoja de Campo Condición corporal tomado cada 21 en terneros dos meses de edad.	81
Hoja de Campo Condición corporal tomado cada 21 en terneros ocho meses de edad.	82
Hoja de Campo Condición corporal tomado cada 21 en terneros catorce meses de edad.	83
Anexo 9. Actividades durante el experimento	84

## I. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne es una actividad tradicional en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. Según el tercer Censo Nacional Agropecuario (2002) la población bovina que mantenía la región era de 136 000 animales; para el 2006 datos de la ASOGAN SD indican que el movimiento de ganado fue de 238 017 cabezas incluidos toros, toretes, terneros, vacas y vaconas, que representó el 70% del total ingresado a feria; para el 2008 se encontraba en 243 754 bovinos entre los cuales el 49,68% incluían toretes destinados al engorde. Estos datos indican la relevancia de la ganadería de carne en general y de bovinos destinados a ceba en particular para la provincia Santo Domingo.

Entre las actividades que son de vital importancia para la producción de bovinos de engorde está la castración, práctica que siendo común, aún presenta interrogantes en cuanto a la edad y método apropiados de realizarla.

La falta de conocimiento sobre la edad y método adecuados para castrar se debe principalmente a que existen varios criterios al respecto (en edades generalmente pre-destete, destete, post-destete; en métodos burdizo, quirúrgico, elastrador). Además en el país no existen datos sobre el efecto de la interacción edad / método al momento de castrar bovinos de engorde y su influencia sobre la ganancia diaria de peso del animal

El productor requiere conocer qué edad y método afectarán menos a la ganancia de peso, al desarrollo y facilitarán la recuperación del animal; para lograr una mejor producción de ganado de carne.

Con la finalidad de esclarecer esas interrogantes nace la presente investigación. Orientada para obtener datos que aporten a los técnicos y productores ganaderos hacia establecer la edad y método adecuados para castrar bovinos de engorde.

Para cumplir con la investigación se plantearon los siguientes objetivos:

**OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar el efecto de la edad y el método de castración en bovinos cruce Brahman sobre parámetros productivos

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar la mejor edad de castración en bovinos en función a la ganancia de peso (GDP).
- Evaluar el mejor método en función del período de recuperación de los animales basado en la GDP.
- Determinar si hay diferencias de condición corporal (CC) entre animales de diversas edades castrados y enteros.

La investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas durante los meses de octubre 2010 a mayo 2011 con una duración de 196 días.

## **HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** La edad y método a la castración no influye en la ganancia de peso y en la condición corporal de los bovinos.

**H<sub>1</sub>:** La edad y métodos adecuados de castración influirá positivamente en la ganancia de peso y condición corporal de los bovinos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. BOVINOS BAJO CEBA

Los bovinos son animales rumiantes capaces de transformar el alimento consumido en carne y leche, indispensables para el crecimiento y desarrollo del ser humano. Un sistema de producción de bovinos para carne es una cadena que tiene varios procesos y actividades encaminados hacia la rentabilidad del productor y la satisfacción del consumidor. Los diferentes métodos de ceba dependen de la disponibilidad de buenos pastos, manejo adecuado, suelos fértiles, topografía, etc. En la ceba se incluyen dos tipos de grupos, los animales que se producen en las fincas (ceban más rápido y no sufren inflexión en la curva de crecimiento) y aquellos animales comprados, los cuales demoran más en ceba por el proceso de adaptación a un nuevo ambiente, manejo y alimentación (Ceba, 2006).

Suescun Citado por Nogueira *et al.* 2007) indica que en el trópico es común cebar animales *Bos indicus*, por su resistencia al medio, el manejo de estos animales se dificulta bastante por su temperamento nervioso y a veces agresivo que se ve también reflejado por tenerlos en condiciones de pastoreo extensivo. El ganado bovino, requiere mayor cantidad de proteína en la fase de crecimiento que los animales en terminación, esto significa que la cantidad de proteína contenida en la materia seca del alimento suministrado debe ser mayor en los animales de menor peso que en los de mayor peso; mientras que al llegar a la terminación del engorde, el animal puede

consumir mayor volumen de pastos y con buena rotación de potreros es posible obtener la ganancia de peso deseada aunque el contenido de proteína del pasto no sea el ideal, por el volumen de consumo se puede suplir la necesidad proteica. De esta manera, la terminación de engorde de ganado se puede realizar solamente con pasto, tomando en cuenta que esto es realizable solamente en buenas pasturas (CETABOL 2006).

## **2.2. CASTRACIÓN**

Frandsen Citado por Vásquez (2000) señala que la castración es un término técnico que se aplica a la extirpación de los testículos siendo esta una experiencia traumática. Kiley Citado por Martínez (1986). La práctica produce infertilidad y ausencia de libido, falta de testosterona, lo que tiene el efecto de mejorar la calidad de la carne e inhibir las características sexuales secundarias.

Williams (1992) indica que la castración implica quitar los testículos a los machos y su práctica se ha generalizado por las siguientes razones:

- Los novillos se tornan más tranquilos en el pastoreo contrario a los animales enteros, lo que facilita su manejo.
- Se puede mezclar en los potreros a machos castrados con hembras.
- Los novillos castrados producen una canal más balanceada.

- A futuro se puede adquirir mejores precios en el mercado con los animales castrados.
- La carne de los animales castrados es de textura más fina y de mejor marmoleado.
- El color, sabor y textura de la carne se mejora.
- El anca se presenta más larga y los cuartos traseros mejor desarrollados.

Comúnmente se dice que un animal macho tiene una apariencia masculina. Los caracteres que ocasionan esta condición están bajo la influencia de los andrógenos; la ausencia de dichas hormonas provoca la aparición de caracteres feminoideos en los animales castrados (Pelletier Citado por Hintz 1987).

Según Kiley Citado por Martínez (1986) la castración trae normalmente reducción en la tasa de ganancia de peso vivo en un 4 – 9% por todo el período de cría y ceba, y en un 8% en el período de ceba solamente; provocando un período más largo de ceba, a pesos iguales respecto a los enteros. Entonces de acuerdo con Moleta Citado por Silva *et al.* (2007), la castración es sólo recomendable si existe una mayor remuneración debido al mejor aspecto cualitativo de la carne a la canal, pues en el caso contrario, la mayor productividad de los enteros se torna económicamente más indicada en el proceso productivo de la ganadería de carne.

### **2.2.1. Consecuencias de la Castración**

El deseo sexual se mantiene relativamente alto en el macho, debido al nivel de andrógenos en su cuerpo más o menos constante. Todavía no se comprende las respuestas síquicas o mentales, pero la combinación de andrógenos y del comportamiento síquico, impulsa al macho a buscar hembras en estro. La castración borra todo deseo sexual en los animales jóvenes y en la mayoría de maduros. Si estos últimos copularon con muchas hembras, conservan su libido después de la castración; suelen ser un problema y se les debe retirar del rebaño de inmediato, aunque es posible usarlos como señaladores de hembras en estro para la inseminación artificial.

Desde el punto de vista estrictamente productivo, la castración elimina el estímulo para el crecimiento. En temprana edad ocasiona la interrupción del desarrollo, mientras que la intervención tardía provoca regresión. La aplicación de andrógenos estimula el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de las glándulas, aunque en menor grado que lo normal (Macmillan Citado por Hintz 1987).

Según Butterfield Citado por Morais *et al.* (1993) la castración trae cambios en las proporciones de los cuartos delantero y trasero del animal. Los animales enteros, a

partir de cierta edad, tienen mayor desarrollo de la musculatura del cuarto delantero. Es así que Arthaud *et al.* Citado por Morais *et al.* (1993) verificaron que novillos Angus enteros con doce meses de edad presentaron desarrollo muscular en el cuello equivalente a novillos castrados con veinte y cuatro meses de edad.

### **2.3. EDADES DE CASTRACIÓN**

Existen diversos criterios para establecer una edad adecuada a la hora de castrar animales que va a ser cebados. La edad de castración atiende a las peculiaridades de cada especie animal, sin embargo, cuanto más joven el animal, menores serán los riesgos de hemorragias, infecciones, miasis y estrés causado por la intervención. La edad a la cual un animal puede ser castrado, es importante desde el punto de vista quirúrgico como económico aunque la edad de castración ha sido estudiada desde tiempos atrás, no se han establecido conclusiones acerca de la edad óptima para realizarla.

En países como Brasil y Argentina las edades frecuentes de castración se encuentran entre el primer mes hasta el tercero justificando que los animales se encuentran junto a su madre para ayudarlos en su recuperación. En varias ganaderías de Estados Unidos los productores recomiendan castrar a los becerros en edades jóvenes, entre más joven sea el animal será mejor practicar la castración, pues no será tan dolorosa (Williams 1992). León y Cornejo Citados por Vásquez (2000) manifiestan que se

debe castrar a los animales antes del destete, porque el animal padece menos y el peligro de hemorragia es menor.

Vanini de Moraes y Lauzer (1982) realizaron un estudio en animales mestizos Aberdeen Angus x Charolais castrados en tres diferentes edades (dos, siete, doce meses) donde encontraron que no existían diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a ganancia de peso media diaria (0,223; 0,236 y 0,237 kg/día).

Silva *et al.* (2007) en un grupo de bovinos Nelore que fueron castrados a diferentes edades (primer y quinto mes) y sin castrar concluyeron que no existían diferencias significativas en la ganancia de peso diaria 0,81; 0,81 y 0,80 kg/día entre los tratamientos y que no perjudican el desempeño de los animales mantenidos en confinamiento.

Según otros criterios los efectos de la castración son dependientes del momento en que se la realiza. Si fuera antes de la pubertad (trece - quince meses en animales cruzados) ocasionaría una completa interrupción del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios por la falta de hormonas. Si la castración fuese realizada después de la pubertad, los efectos son menos pronunciados, ocurriendo la regresión de algunos caracteres sexuales secundario y alteraciones de comportamiento y variación en el desempeño (Swenson Citado por Nogueira *et al.* 2007).

Bielinska *et al.* Citado por Arango (1976); en un trabajo con 17 toros jóvenes de la raza Black Pied Lowland, de los cuales, nueve fueron castrados a la edad de cuatro semanas, concluyeron que la castración no tuvo ningún efecto significativo sobre la tasa de crecimiento, consumo de alimento por kg de ganancia. Además reportaron que no hay ventaja alguna castrando animales que son destinados para el sacrificio a los 250 kg de peso vivo.

Klosterman *et al.* Citado por Arango (1976); reportaron dos experimentos con terneros Hereford, castrados a un mes de edad, sin encontrar diferencias significativas en calidad de la canal, comparados con animales castrados a los siete meses de edad durante una prueba de 250 días. Tulloh Citado por Castro Botero, Valderrama y Casas. (1970) compararon los incrementos de peso de 2 grupos de ocho machos castrados a dos edades diferentes, cinco y ocho meses respectivamente. El mayor aumento de peso se registró a los ocho meses comparados con los castrados de cinco meses, lo que sugiere que algún factor que influencia el crecimiento fue removido o inhibido por la castración temprana.

Por otro lado Porto *et al.* Citado por Candido *et al.* (2001) en sus trabajos sobre desempeño de bovinos F1 Pardo Suizo x Nelore enteros vs castrados a diferentes edades, concluyeron que la castración no perjudica el desempeño hasta los dieciocho meses en animales cruzados, mantenidos en pastoreo.

Tulloh (1964) realizó una investigación sobre el efecto de la edad de castración y el propionato de testosterona en la ganancia de peso y rendimiento de carcasa en el que se castraron terneros entre cuatro y cinco meses entre los que se encontraron diferencias significativas relativas a tasa de crecimiento y peso corporal, mientras que en otro experimento en la misma localidad un año después no se encontraron diferencias significativas, lo que indica variabilidad en años.

#### **2.4. MÉTODOS DE CASTRACIÓN**

Existen varios métodos de castración y su aplicación depende del manejo y facilidad determinada por el productor. En el país es común realizar la castración a testículo abierto porque se considera más efectiva y rápida.

Sin embargo Araujo, Aceves y Luna (2003) emplearon 60 becerros de la raza Hosltein Friesian, los cuales fueron castrados empleando tres técnicas de castración diferentes en animales mayores de seis meses; donde los animales fueron divididos en tres grupos: un grupo donde se implementó la técnica con pinzas Burdizo, otro donde se utilizó el método de castración quirúrgico científico y el tercero que realizó la técnica de castración tradicional. Donde encontraron que las ganancias de peso diario promedio fueron de 1,1025; 1,000 y 0,6525 kg para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente; no encontrando diferencia estadística entre el tratamiento 1 y 2, mientras que en el tratamiento 3 si se encontró diferencia estadística con respecto a los tratamientos 1 y 2.

Según Anderson (2007) la castración debería ser realizada de acuerdo a técnicas físicas, químicas u hormonales, siendo los métodos físicos los más comunes; dentro de estos sugiere que terneros jóvenes deberían ser castrados con elastrador o burdizo por su rápida recuperación y el método quirúrgico debería ser empleado antes del destete.

#### **2.4.1. Método Quirúrgico**

##### **2.4.1.1. Tradicional**

El método tradicional es uno de los más practicados por los productores en el país. Según Bavera y Peñafort (2006) es un método cruento (al descubierto, con pérdida de sangre), pero es el más usual, efectuado a campo. El operario debe lavarse y desinfectarse muy bien las manos con agua, jabón y solución desinfectante, el lugar para castrar debe ser plano, limpio y seco. Con el animal en decúbito lateral, enlazado y sujetado por una o dos personas, se lava y desinfecta toda la zona cercana a la operación, se toma con una mano el testículo inferior y presionándolo contra el fondo del escroto, con un bisturí o una navaja muy afilada y limpia, se hace una incisión ampliamente en el fondo del escroto en dirección longitudinal. Al realizar esto, el testículo saldrá por presión. Al quedar libre el testículo se observa una membrana que une la túnica con el testículo denominada mesorquio. Mediante

perforación con el dedo índice se rompe el mesorquio y halando se separa del testículo. Para dejar libre el cordón espermático, se empuja hacia arriba y ampliamente se desgarran el resto del mesorquio, hasta la parte donde el cordón espermático se adelgaza. Realizado esto, pinzan los vasos y se realiza un amarre en la parte final del testículo, luego se corta el testículo. Una vez retirado el testículo se lava con agua creolina en la herida, se aplica antiséptico, repelente y cicatrizante. Finalmente el animal entra en observación durante 20 días y debe ser curado en caso de necesidad.

## **2.4.2. Métodos no Quirúrgicos**

### **2.4.2.1. Burdizo**

Según Bavera y Peñafort (2006) es la pinza de Burdizo un método efectivo si se lo realiza correctamente, la pinza consta de un juego de dobles palancas que ejerce una presión considerable. Transversalmente tiene dos cilindros, que son los que seccionan. Localizado el cordón espermático a través del cuero del escroto, se coloca entre los dos cilindros de la punta de la pinza y se cierra, comprimiendo el cordón durante uno a dos minutos. Se debe cuidar que el cordón no se desvíe hacia un lado en el momento del aplastamiento. En esta forma se rompe por aplastamiento el cordón espermático, sin cortarse el cuero. Después de la compresión, se comprueba, mediante palpación, la continuidad en el cordón. La seguridad aumenta aplicando por segunda vez la pinza 2 cm por debajo del primer punto de compresión. Luego se

repite la operación con el otro testículo. Los testículos se atrofian por haber suprimido la circulación sanguínea.

#### **2.4.2.2. Anillo elastrador**

La castración por este método consiste en eliminar el testículo junto con la bolsa escrotal, mediante la colocación de una banda de caucho en la parte superior de los testículos; para esto se utiliza una pinza llamada Elastrador.

### **2.5. ANIMALES CASTRADOS VS ENTEROS**

Hernández *et al.* Citado por Martínez (1986) reportaron que los terneros castrados tienen un crecimiento inferior a los enteros y un índice de conversión mayor; debido al metabolismo intenso en los animales enteros. Los autores encontraron, que los animales castrados tenían menor ganancia de peso y una menor eficiencia para convertir alimento; además apreciaron que los animales semicastrados y los castrados implantados con hormonas estrogénicas tenían un crecimiento y una conversión similar a los enteros. En cuanto al rendimiento durante el crecimiento de los bovinos existe una diferencia en la distribución de masa muscular entre los toros y los machos castrados. Los toros aumentan proporcionalmente más la musculatura

del cuarto delantero cuyos cortes son de un valor económico inferior al del cuarto trasero, sin embargo tienen mayor habilidad para aumentar de peso rápidamente, convertir los alimentos más eficientemente.

Zeal Citado por Martínez (1986) reportó que las diferencias de crecimiento entre enteros y castrados no se alcanzaron a apreciar y son muy pequeñas durante el primer año y hasta la pubertad, pero luego van apareciendo con la edad. Hart Citado por el mismo autor considera que de cinco a siete meses después de la castración es la edad mínima en que aparecen diferencias y estas se acentúan a medida que aumenta el nivel nutricional.

Según Butterfield y Seideman Citado por Morais *et al.* (1993) dicen que cuando es realizada la remoción de la grasa pélvica, los animales enteros presentan mayor desarrollo muscular, pueden tener rendimiento a la canal ligeramente superior a los castrados, aunque tengan el cuero más pesado y presenten menor espesor de grasa.

Por otro lado Jacobs *et al.* Citado por el mismo autor utilizando bovinos Hereford, sin hacer remoción de grasa interna, observaron mayor rendimiento a la canal en animales castrados los que tenían mayor espesor de grasa de cobertura y mayor porcentaje de grasa interna.

Bielinska *et al.* Citado por Arango (1976); en un trabajo con diecisiete toros jóvenes de la raza Black Pied Lowland, reportaron que no hay ventaja alguna castrando animales que son destinados para el sacrificio a los 250kg de peso vivo.

En otro experimento Neuman Citado por Martínez (1986) comparó novillos y toros Angus con antecedentes genéticos similares, diecinueve animales por grupo con un peso inicial promedio para los toros de 191,81 kg y novillos de 177,72 kg obteniendo como resultado un peso final promedio para los toros de 437,72 kg y novillos 398,63 kg con una ganancia de peso diario para los toros de 1kg y novillos 0,89 kg; encontrando un grado a la canal para los toros de bueno y selecto para los novillos. Se concluyó que los toros aumentaban con más rapidez en el lote de engorde y producían canales con más carnes y menos grasa; sin embargo los consumidores preferían la carne de novillos.

En ensayos realizados con machos enteros y castrados de la raza Holstein-Fresian desde el nacimiento hasta los pesos vivos de 362 y 454 kg, alimentados con heno y minerales, los enteros alcanzaron el peso de sacrificio más rápido que los castrados (34 días menos para los 362 kg y 25 días menos para los 454 kg de peso vivo), consumieron menos alimento total y fueron más eficientes al convertirlo en carne (Nichols *et al.* Citado por Castro Botero Valderrama y Casas 1970).

Brown Citado por Tayarol (2008) considera que es conocido que la mayor tasa de ganancia de peso es para los animales enteros en relación a los castrados en el orden

de 12 a 20 %. En un experimento sobre el efecto de la castración en el desempeño de bovinos, indica que la ganancia de peso para animales enteros es de 1,06 kg /día y para castrados es de 0,97 kg/día; mientras que la tasa de conversión alimenticia es de 3,34 para enteros y 3,63 para castrados.

Semprini Citado por Castro Botero Valderrama y Casas (1970) comparó machos jóvenes enteros implantados con 500 mg de dietilestilbestrol y no implantados contra machos jóvenes castrados implantados o no con la misma hormona. Los enteros implantados y no implantados crecieron más rápido que los castrados implantados y no implantados, siendo mayor el porcentaje de rendimiento a la canal de los machos enteros implantados con relación a los enteros no implantados.

Sin embargo en un estudio realizado por Castro Botero Valderrama y Casas (1970) con vacunos mestizos cebuínos de doce meses de edad, enteros y castrados, implantados con hormonas femeninas y femenino-masculinas y no implantados, en pastoreo rotacional de pasto pará (*Panicum purpurascens* Raddi), suplementación con melazas de caña de azúcar – urea (1 kg-70 g/cabeza día) durante 300 días no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos posiblemente debido a la falta de homogeneidad genética de los animales y por problemas sanitarios en el hato.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Ubicación Política y Geográfica

El presente ensayo se realizó en la Hacienda Rancho Ila, en el km 34 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

**Provincia:** Santo Domingo de los Tsáchilas

**Cantón:** Santo Domingo de los Colorados

**Parroquia:** Luz de América

**Recinto:** Puerto Ila,

**Zona de vida:** Según Holdridge, bosque húmedo tropical (bh-T).

**Ubicación geográfica:** Conforme a las coordenadas planas UTM 683739 y 9945487.



Figura 1. Ubicación geográfica del experimento

### **3.1.2. Ubicación Ecológica**

**Altitud:** 234 msnm

**Temperatura:** 24,65 °C.

**Precipitación:** 2418,4 mm/año

**Humedad:** 80%

**Suelo:** Suelo franco

### **3.1.3. Materiales de Campo**

- 48 Toretos cruce Brahman
- Ivermectina
- Vitaminas
- Vacunas
- Garrapaticida
- Sal Mineral
- Corrales
- Pastizales de *Brachiaria brizantha*
- Cerca eléctrica
- G.P.S

- Comedero
- Bebedero
- Salero
- Marco metálico 1m<sup>2</sup>
- Cinta métrica
- Equipo quirúrgico
- Hilo de sutura
- Eterol
- Burdizo
- Elastrador
- Anillos de goma
- Báscula
- Garrapaticida
- Bomba de mochila
- Jeringas
- Agujas
- Balanza

#### **3.1.4. Materiales de Oficina**

- Equipo de computación (PC)
- Material de papelería

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. Diseño Experimental

#### 3.2.1.1. Factores a probar

Cuadro1. Factores a probar para determinación de la edad y métodos óptimos de castración en bovinos para engorde.

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>	<b>Descripción</b>
A) Edades	E <sub>2</sub>	2 meses
	E <sub>8</sub>	8 meses
	E <sub>14</sub>	14 meses
B) Métodos	Q	Quirúrgico
	B	Burdizo
	E	Elastrador
	T	Sin castrar

#### 3.2.1.2. Tratamientos a comparar

De la interacción de los factores a probar se generaron 12 tratamientos detallados en el siguiente cuadro.

Cuadro2. Tratamientos implantados para la investigación Determinación de la edad y métodos óptimos de castración en bovinos para engorde.

<b>Tratamiento N°</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
1	E2Q	Castrados a los 2 meses de edad con quirúrgico
2	E2B	Castrados a los 2 meses de edad con burdizo
3	E2E	Castrados a los 2 meses de edad con anillo elastrador
4	E2T	Toretas 2 meses de edad sin Castrar (Testigo)
5	E8Q	Castrados a los 8 meses de edad con quirúrgico
6	E8B	Castrados a los 8 meses de edad con burdizo
7	E8E	Castrados a los 8 meses de edad con anillo elastrador
8	E8T	Toretas 8 meses de edad sin Castrar (Testigo)
9	E14Q	Castrados a los 14 meses de edad con Quirúrgico
10	E14B	Castrados a los 14 meses de edad con burdizo
11	E14E	Castrados a los 14 meses de edad con anillo elastrador
12	E14T	Toretas 14 meses de edad sin Castrar (Testigo)

### **3.2.1.3. Tipo de diseño**

Se empleó un DCA en arreglo factorial A x B (A= 3; B=4).

#### **3.2.1.4                    Repeticiones**

Cada bovino representó una unidad experimental, mismas que fueron distribuidas al azar a razón de cuatro repeticiones por tratamiento.

#### **3.2.1.5                    Características de la Unidad Experimental**

Se utilizaron 48 toretes cruce Brahman; 16 de 2 meses ( $74,1 \pm 0,78$  kg PV) 16 de 8 meses ( $168,20 \pm 1,27$  kg PV) y 16 de 14 meses ( $196 \pm 1,51$  kg PV). De los 16 terneros de cada edad, cuatro fueron distribuidos al azar y castrados por método quirúrgico (Q), cuatro por burdizo (B), cuatro por elastrador (E) respectivamente dejando cuatro animales sin castrar (T).

Las unidades experimentales fueron implantadas en pastizales, con cuatro años de establecimiento, donde la especie forrajera dominante fue pasto *Bachiararia brizantha* H, en la misma proporción para todos los tratamientos. Las condiciones de manejo del pastizal incluyeron fertilización química, control de maleza manual y químico en el sistema de pastoreo rotacional diario dividido por cerca eléctrica. La extensión que se utilizó fue siete hectáreas fraccionadas en cuarteles con cerca eléctrica.

### 3.2.2. Análisis Estadístico

#### 3.2.2.1. Esquema de análisis de varianza

Cuadro 3. Análisis de varianza

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
A	2
B	3
A x B	6
Error Experimental	36
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>

#### 3.2.2.2. Coefficiente de variación

El coeficiente de variación se obtuvo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

Cv: Coeficiente de variación

CMe: Cuadrado medio del error

$\bar{x}$  : Media general del experimento

### **3.2.2.3. Análisis funcional**

Las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS)  $P \leq 0,05$ .

### **3.2.3. Análisis Económico**

En el análisis económico del experimento se realizó el presupuesto de acuerdo a los costos fijos (Anexo 1) y variables (Anexo2), tomando en cuenta las horas laboradas por la mano de obra (antes, durante y después de la castración) para determinar los costos totales de las diferentes tecnologías expuestas (métodos).

### **3.2.4. Variables a Medir**

- Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Las variables a medir en el experimento fueron: ganancia diaria de peso en gramos (GDP) de los animales en cada una de las edades. Se determinó la GDP mediante la obtención de peso cada 21 días, dividido para 196 (días de duración del experimento).

- **Peso vivo**

Es el peso de los animales durante el periodo de la investigación tomado cada 21 días.

- **Pérdida de Peso post-castración (PPP).**-Los animales fueron castrados; a partir de esto, se los llevó a potrero para observar su recuperación y respuesta a la castración en función de la pérdida de peso durante las dos primeras semanas.

- **Condición corporal del animal (CC).**- Para determinar la CC de los animales en el experimento fue utilizada la escala de Lowam (Anexo 6.) en ganado de carne determinando principalmente la condición del tren posterior y tren anterior del animal.

### **3.2.5. Métodos Específicos para el Manejo del Experimento**

#### **3.2.5.1. Metodología para el manejo de los animales.**

Para establecer el número de cuarteles por hectárea se calculó la producción forrajera del pasto, de esta manera se pudo determinar la cantidad de forraje

disponible en un cuartel para soportar la carga animal; una vez establecida la producción forrajera, el tiempo de rotación y descanso del pasto se dividieron los cuarteles con cerca eléctrica de acuerdo al número y al consumo total de los animales que fue de 16 animales por cada edad. Además se incluyeron las madres de los terneros de dos meses de edad. Los animales fueron llevados a báscula para establecer un peso inicial, posteriormente fueron castrados. Luego de aquello fueron pesados cada semana durante un mes y cada 21 días hasta el final del experimento. Entre las actividades que fueron realizadas en el potrero y en los animales, estuvieron la fertilización de potreros, vacunación de los animales contra la Fiebre Aftosa y Carbunco Sintomático, Edema Maligno y Pasteurelisis, aplicación de vitaminas, sales minerales, desparasitaciones internas y externas.

#### **3.2.5.2. Metodología para determinar el tratamiento de menor costo.**

Se analizaron los costos de materiales y mano de obra para castrar, recuperación de los animales en potrero, facilidad de manejo de los animales al momento de castrar, facilidad de manejo en potrero, costo y efectividad de los métodos, mano de obra.

**3.2.5.3. Metodología para difundir los resultados a los interesados para su conocimiento y aplicación.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó un resumen y poster científico al final del experimento concerniente a los resultados obtenidos y su aplicación, que fue presentado en el Congreso de Ciencia y Tecnología 2011, Departamento de Ciencias de la Vida en la ESPE; además se expuso sobre los beneficios y desventajas de la castración a los productores ganaderos de la zona en la feria ganadera de la Asogan SD 2011.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)

Cuadro 4. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso de acuerdo a la edad y método de castración.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Valor p
Edad	2	0,2492	<0,0001
Método	3	0,0257	0,0714
Edad x Método	6	0,0215	0,0730
Error	36	0,0101	
Total	47		

En el cuadro 4 correspondiente al ADEVA de ganancia diaria de peso (GDP) se observa lo siguiente. El efecto de la edad de castración sobre la GDP de novillos de engorde es independiente del método de castración ( $P = 0,073$ ). Además con un  $P=0,05$ ; se rechaza la hipótesis nula de que la (GDP) fue similar entre animales castrados con distinta edad ( $P < 0,0001$ ). No se puede rechazar la hipótesis de que la GDP no está determinada por del método de castración ( $P = 0,071$ ).

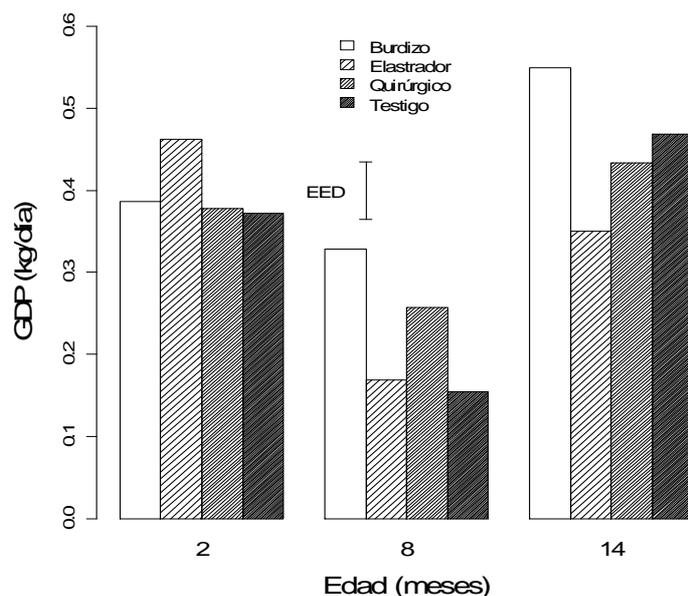


Figura 2.- Análisis de la ganancia de peso diaria (GDP) en kg/día de acuerdo a la edad de castración en interacción con el método de castración.

En la figura 2 se observa lo siguiente. Los novillos de 14 meses de edad castrados con burdizo tuvieron mayor GDP que el resto de interacciones ExM ( $P < 0,05$ ). La GDP de los novillos castrados a los 14 meses con método quirúrgico no fue distinta de sus contemporáneos no castrados ni de los castrados con elastrador con dos meses de edad siendo en promedio 0,427kg/día

Los terneros castrados con burdizo y método quirúrgico con dos meses de edad tuvieron un 23% menor GDP que los castrados con elastrador, pero, no fue distinta de los no castrados. Los terneros castrados a los ocho meses de edad con método quirúrgico tuvieron 21% menor GDP que los castrados con burdizo, pero 47% mayor que los castrados con elastrador y los no castrados.

La GDP de terneros castrados con elastrador a los ocho meses de edad fue similar a la de los no castrados ( $P < 0,05$ ).

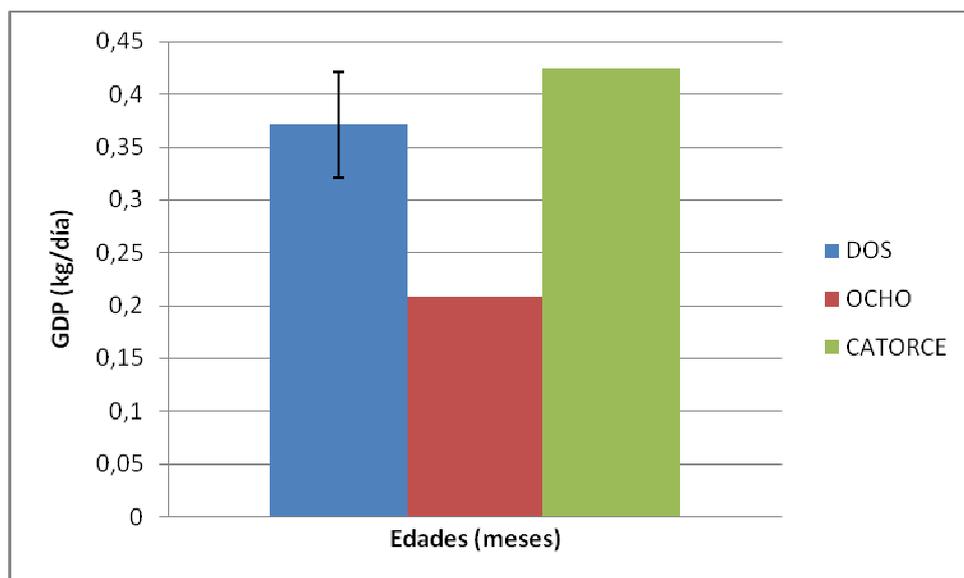


Figura 2. Análisis de la ganancia de peso diaria (GDP) en kg/día de acuerdo a la edad de castración

De acuerdo a la edad (Figura 2). La GDP de los animales de catorce meses (0,424 kg/día) fue el doble que los de ocho meses (0,208 kg/día) y 13% mayor que los de dos meses (0,371 kg/día) durante el periodo de engorde ( $P=0,0001$ ). Los terneros de dos meses tuvieron 50% mayor GDP que los de ocho meses de edad ( $P=0,0001$ ).

## 4.2. PESO VIVO

Cuadro 5. Análisis de varianza del peso vivo de los animales

Fuente de varianza	Grados de libertad	$P > F$
Día	12	<0,0001
Edad	2	<0,0001
Edad * Día	24	<0,0001
Met	3	0,001
Met * Día	72	0,2502
Edad * Met	6	0,0115
Edad * Met * Día	36	0,4728

En el análisis de varianza para el peso vivo (PV) de los animales estudiados (Cuadro 5) se observó que existe efecto de interacción entre la edad a la castración y el día de engorde para peso vivo. Es decir que el incremento de peso vivo durante el tiempo de engorde dependió de la edad de castración ( $P < 0,0001$ ). De igual manera la interacción entre la edad de castración del animal y el método fue significativa ( $P < 0,0001$ ). Mientras que, la interacción doble de método de castración con día de engorde y la triple de edad del animal con método de castración y día de engorde no fueron significativas ( $P = 0,2502$ ;  $0,4728$  respectivamente).

#### 4.2.1. Edad del animal por día de engorde

Cuadro 6. Valores de probabilidad de similitud entre el peso vivo inicial vs otros pesos durante el engorde dentro de cada edad de castración.

Edad de castración (mes)	Días comparados		Pr >  t
2	1	4	0,6187
2	1	91	<,0001
2	1	196	<,0001
8	1	4	0,2692
8	1	91	0,9581
8	1	196	<,0001
14	1	4	0,0428
14	1	91	0,7386
14	1	196	<,0001

Comparando el peso de los animales en distintos días de engorde dentro de cada edad (Cuadro 6) se observó lo siguiente. No existieron diferencias significativas para PV después de cuatro días de realizada la castración en los animales de dos y ocho meses de edad ( $P > 0,05$ ). Los PV de los terneros con dos meses de edad en la mitad (91 d) y al final del experimento (196 d) respectivamente fueron 50% y 97% mayor que el PV inicial ( $P < 0,0001$ ). El PV al día 196 fue 31% mayor que el del día 91. Esto evidencia crecimiento constante de los terneros. El PV de los terneros con ocho meses de edad a 91d de engorde fue similar al PV inicial, pero el peso final (196 d) fue 25% mayor que el PV inicial y a 91d respectivamente.

En los terneros de 14 meses se encontraron diferencias significativas a 4d; siendo el PV inicial 3% mayor que el PV a 4 d. El PV a 91d fue similar al inicial pero el PV a 196d fue 44% mayor que al PV inicial.

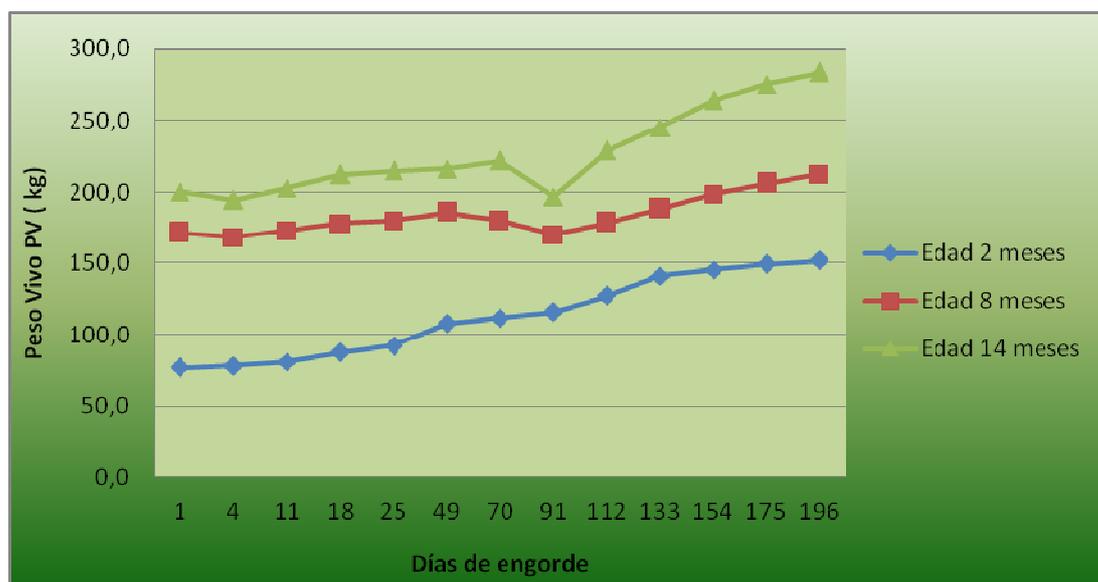


Figura 4. Incremento de peso vivo PV en kg durante el periodo de engorde de acuerdo a la edad.

Se observó (Figura 4) que independientemente de que los animales sean o no castrados e incluso del método de castración, los animales de 14 meses obtuvieron un mayor incremento de peso total (83,59 kg/PV); dentro del periodo de engorde (PV inicial = 200,25 kg/PV; PVfinal 283,84 kg/PV). Los animales de dos meses tuvieron similar incremento total con 75,09 kg de PV (PV inicial 76,94 kg/PV; PVfinal = 152,03 kgPV). Mientras que la diferencia entre el peso inicial y final en animales de ocho meses fue solamente 40,81 kg/PV (PV inicial = 171,69 kg/PV; PVfinal= 212,50 kg/PV).

Visto de otra forma, los animales de catorce meses de edad obtuvieron un incremento de peso 11% mayor que los animales de dos meses y el doble que los animales de ocho meses. A su vez los animales de dos meses tuvieron un incremento 80% mayor que los de ocho meses.

#### 4.2.2. Interacción entre Edad y Método de castración

Cuadro 7. Comparación de los distintos métodos de castración con el testigo (no castrado) dentro de cada edad en el efecto sobre el peso vivo.

Tratamiento	Edad (meses)	Comparación	<i>P</i> > <i>t</i>
*B	2	T	0,1427
E	2	T	0,4398
Q	2	T	0,1454
B	8	T	0,0134
E	8	T	0,7817
Q	8	T	0,9007
B	14	T	0,0026
E	14	T	0,3384
Q	14	T	0,1777

\*B.- Burdizo

E.- Elastrador

Q.- Método quirúrgico

T.- Testigo (sin castrar)

Para la interacción edad por método (Cuadro 7) se encontraron los siguientes resultados. Comparando los animales de dos meses castrados bajo distintos métodos (burdizo, elastrador, quirúrgico) y no castrados (testigo) no existieron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

De acuerdo al método de castración en los animales de ocho meses existieron diferencias significativas para el PV de los castrados con burdizo comparado con los no castrados ( $P= 0,0134$ ). Mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el testigo con los dos otros métodos (elastrador y quirúrgico) para la variable PV ( $P> 0,05$ ).

Entre los animales de catorce meses castrados con burdizo y los no castrados se encontraron diferencias significativas ( $P=0,0026$ ) para la variable PV; Mientras que, comparando el testigo con los otros dos métodos no existieron diferencias significativas .

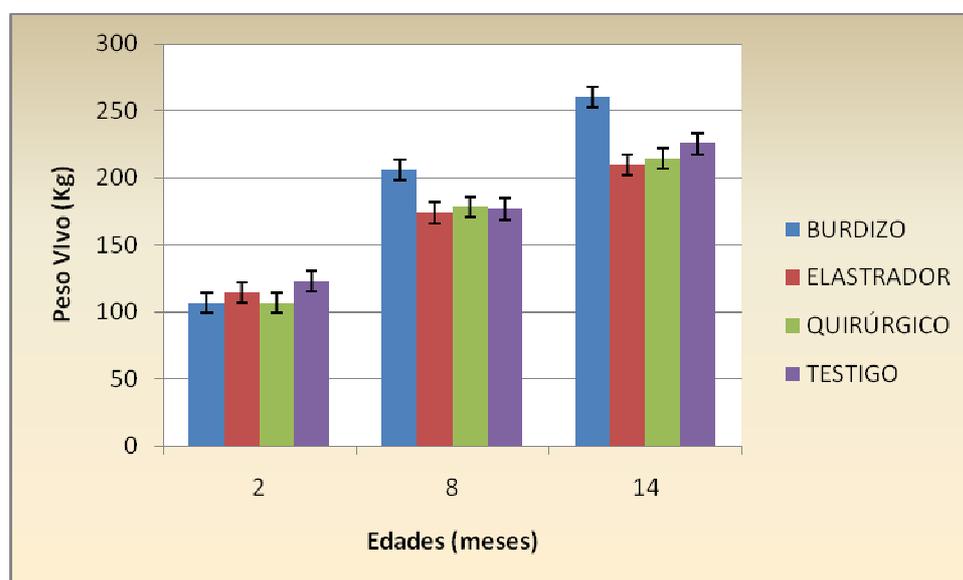


Figura 5. Análisis del peso vivo en kg de acuerdo a la interacción entre la edad y el método de castración

De la figura 7 se observa que los animales de catorce meses de edad castrados con burdizo alcanzaron el mayor peso promedio para esa edad (259,94

kg/PV;  $P=0,0026$ ); 24% más que los animales castrados con elastrador, 21% más que los castrados quirúrgicamente y 15% más que los no castrados (Figura 5)

Para los animales de ocho meses el mayor peso promedio se logró con el método burdizo (206,13 kg PV;  $P=0,0134$ ); 18% mayor respecto al método elastrador; 17% mayor que los animales sin castrar y 15% mayor que los castrados quirúrgicamente.

En los animales de dos meses no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ).

#### **4.3. PÉRDIDA DE PESO POSTCASTRACIÓN (PP)Y TIEMPO DE RECUPERACIÓN (TR)**

Cuadro 8. Análisis de varianza de la ganancia o pérdida de peso del periodo post- castración. .

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b><math>P &gt; F</math></b>
Día	4	< 0,0001
Edad	2	0,0017
Edad x Día	8	< 0,0001
Método	3	0,1262
Edad x Método	6	0,0423
Método x Día	12	0,3802
Edad x Método x Día	24	0,0417

Del análisis de varianza para el periodo postcastración de los animales estudiados (Cuadro 8) se observó que existe efecto de interacción entre la edad de castración y el día de engorde. Es decir que el incremento de peso

vivo durante el tiempo de engorde dependió de la edad de castración ( $P < 0,0001$ ).

De igual manera fue significativa la interacción doble entre la edad de castración ( $P < 0,0423$ ); y la interacción triple entre edad de castración por método por día de engorde ( $P < 0,0417$ ).

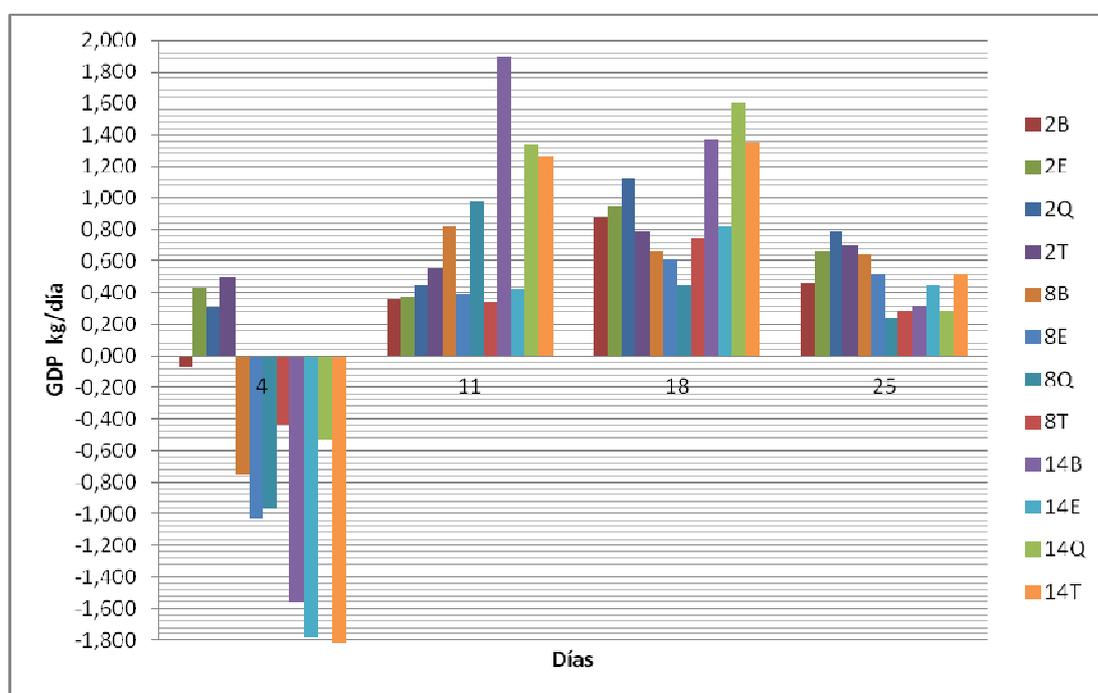


Figura 6. Análisis de la ganancia o pérdida de peso en kg/día post-castración de los tratamientos.

Los animales de dos meses castrados con método quirúrgico, elastrador y sin castrar no registraron pérdida de peso en los primeros cuatro días post-castración, sino una GDP promedio de 0,417 kg/día mientras que los castrados con burdizo tuvieron una pérdida de peso post castración (PP) de

0,063 kg/día. La PP a 4 d de los animales de ocho meses castrados con elastrador fue similar a la de los castrados con método quirúrgico (1,031 y 0,970 kg/día respectivamente) pero 37% mayor que los castrados con burdizo y el doble que los sin castrar (Figura 6). Sin embargo para los animales de 14 meses la mayor PPP a 4 d fue para los animales sin castrar superando a los castrados con elastrador y burdizo en un 15 y 32 % respectivamente y siendo más del triple que los castrados bajo el método quirúrgico que a su vez tuvieron el menor PPP (0,531 kg/día).

A los 11 días post- castración los animales de dos meses sin castrar tuvieron una GDP 24, 47 y 54 % mayor que los castrados con método quirúrgico, elastrador y burdizo. Para los terneros de ocho meses, la mayor GDP fue obtenida por los castrados quirúrgicamente siendo el doble que los castrados con elastrador y sin castrar y 19% mayor que los castrados con burdizo. Mientras que los terneros de 14 meses castrados con burdizo lograron una GDP 45% mayor que los castrados con método quirúrgico y sin castrar; y más del triple que los castrados con elastrador.

A los 18 días post- castración los animales de dos meses castrados con método quirúrgico tuvieron una GDP 28, 18 y 43 % mayor que los castrados con burdizo, elastrador y sin castrar. Para los terneros de ocho meses, la mayor GDP fue obtenida por los no castrados siendo 23 % mayor que los castrados con elastrador 68% que los castrados con método quirúrgico y 13% mayor que los castrados con burdizo. Mientras que los terneros de 14 meses castrados con método quirúrgico lograron una GDP 17% mayor que

los castrados con burdizo y sin castrar; y más del doble que los castrados con elastrador.

A los 25 días post- castración los animales en todas las edades y métodos presentaron la misma tendencia en la GDP que los días anteriores, por esto se determinó ese día como el tiempo de recuperación de la castración.

#### 4.4. CONDICIÓN CORPORAL DEL ANIMAL (CC)

Cuadro 9. Análisis de varianza para la condición corporal de los animales.

Factor de variación	Grados de libertad	Pr > F
Día	12	<0,0001
Edad	2	<0,0001
Edad * Día	24	<0,0001
Met	3	0,1909
Met * Día	72	0,0001
Edad * Met	6	0,0811
Edad * Met * Día	36	0,0339

El análisis de varianza con un  $P=0,05$  de error indica, que la condición corporal de los animales es distinta entre las edades y los días de engorde (Cuadro 9).

Sin embargo no existen diferencias significativas para el método de castración ( $P= 0,1909$ ). Existe tendencia en la interacción edad del animal por método de castración, pero con un  $p=0,05$  la diferencia no es significativa ( $P$

=0,0811). Con un  $P = 0,0001$  se puede rechazar la hipótesis de que el método de castración no cambia su efecto en el tiempo de engorde.

Cuadro 10. Condición corporal (CC) en relación a la edad de castración al inicio y final del engorde.

Edad (meses)	Día 4	Día 196
	CC	CC
2	3,09 c	2,89 c
8	3,75 a	3,19 b
14	3,31 b	3,55 a
DMS	0,16	0,12

DMS= Diferencia mínima significativa  
Letras diferentes en la columna muestran diferencias entre las medias

La CC de los animales de 8 meses de edad fue 13% y 21% mayor que los de 14 y 2 meses respectivamente a los 4 días post castración (Cuadro10). Al final del ensayo la CC de los animales de 14 meses fue 11% y 22% mayor que la CC de los animales de 8 y 2 meses respectivamente.

Cuadro 11. Condición corporal (CC) de acuerdo al método de castración

Método	Día 4	Día 196
	CC	CC
Burdizo	3,31 b	3,44 a
Elastrador	3,42 a	3,06 b
Quirúrgico	3,35 b	3,17 b
Testigo	3,46 a	3,17 b
DMS	0,20	0,16

DMS= Diferencia mínima significativa

La CC a los cuatro días post castración de los animales sin castrar fue similar a los castrados con elastrador, y alrededor de 4% mayor que los castrados con método quirúrgico y burdizo (Cuadro 11).

La CC de los animales castrados con burdizo fue similar a los castrados con método quirúrgico. Mientras que a los 196 días del ensayo la CC de los castrados con burdizo fue 8% mayor que los castrados con elastrador y 12% mayor que los castrados con método quirúrgico y sin castrar. Los animales sin castrar tuvieron similar CC que los castrados con elastrador y quirúrgicamente.

En la figura 8 se presenta la interacción edad por día:

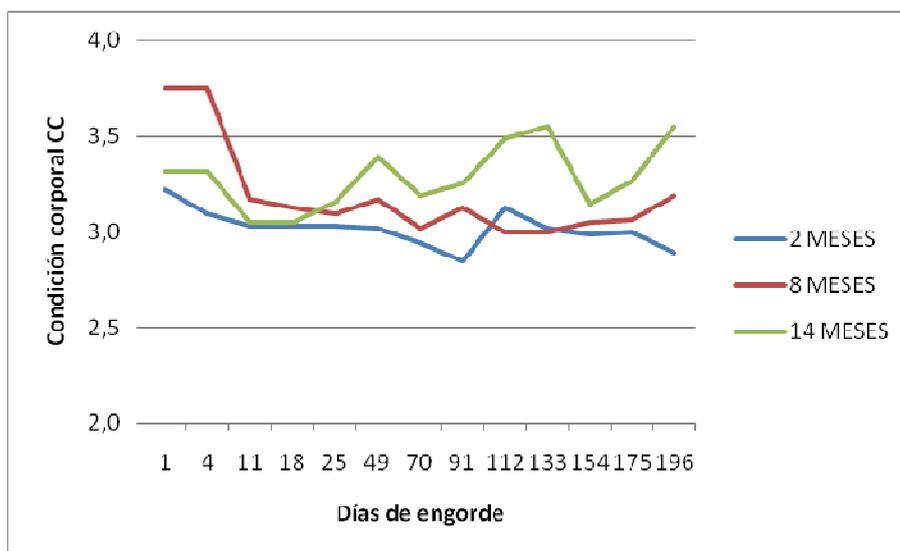


Figura 8. Condición corporal de los animales de acuerdo a los días de engorde.

Los animales de catorce meses iniciaron con una CC promedio de 3,3 finalizando el periodo de engorde con 3,5; esto es 9% y 20% mayor a los animales de ocho ( CC inicial promedio = 3,8 y CC final = 3,2) y dos meses (CC inicial promedio =3,2 y CC final = 2,9) respectivamente. La CC final de los animales de ocho meses fue 10% mayor que los animales de dos meses (Figura 8).

En la figura 9 se presente la interacción método por día

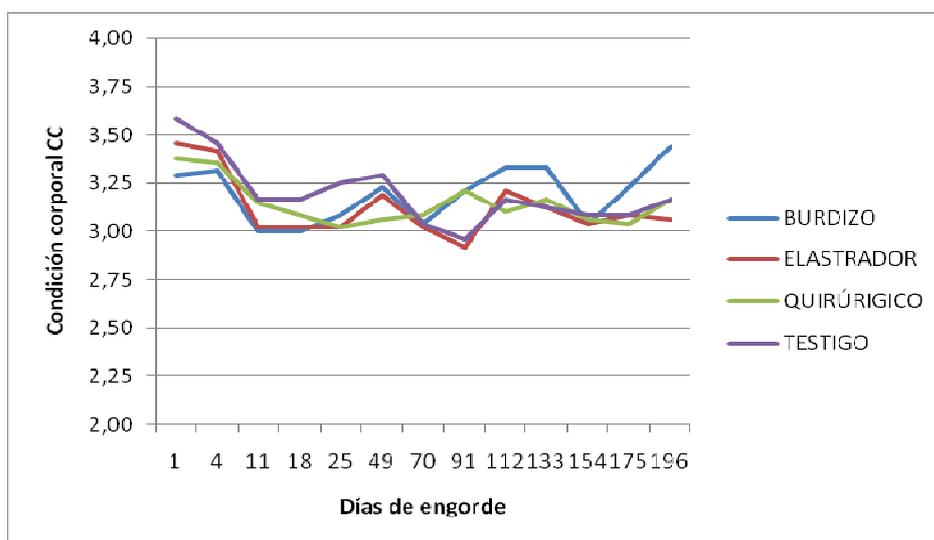


Figura 9. Condición corporal de los animales de acuerdo al método de castración.

Los animales castrados con el método burdizo iniciaron con una CC promedio de 3,3 finalizando el periodo de engorde con 3,44; que representó 9% mayor CC los castrados con el método quirúrgico y los terneros sin castrar; y 12% mayor que los castrados con elastrador. Para la CC en los terneros castrados quirúrgicamente, con elastrador y sin castrar no se encontraron diferencias (Figura 9).

Cuadro 12. Proporción de animales en un rango de condición corporal de acuerdo a la interacción Edad x Método de castración al inicio del ensayo

TRATAMIENTOS	RANGOS DE CONDICIÓN CORPORAL		
	< 3,0	3,0 - 3,5	> 3,5
E2B	25%	50%	25%
E2E	-	50%	50%
E2Q	25%	50%	25%
E2T	-	-	100%
E8B	-	25%	75%
E8E	-	-	100%
E8Q	-	-	100%
E8T	-	-	100%
E14B	-	50%	50%
E14E	-	25%	75%
E14Q	-	75%	25%
E14T	25%	-	75%

La prueba de Chi Cuadrado fue significativa , es decir que la proporción de animales dentro de un rango de CC de acuerdo al tratamiento (EdadxMétodo) no son iguales.

La CC inicial de todos los animales no castrados de dos meses de edad fue alta (> 3,5); la mitad de los animales de dos meses castrados con elastrador tuvieron una CC alta; mientras que los castrados con método quirúrgico y burdizo tuvieron el 25% de CC intermedia (3,0 - 3,5).

Todos los terneros de ocho meses castrados con método elastrador, quirúrgico y no castrados y sólo el 75% de los castrados con burdizo tuvieron una CC mayor a 3,5 (Cuadro 12).

En los terneros de catorce meses la CC inicial mayor que 3,5 fue de los castrados con elastrador y los no castrados. El 25 y 75 % de los terneros castrados con método quirúrgico y burdizo tuvieron una CC intermedia (3,0 - 3,5).

Cuadro 13. Proporción de animales en un rango de condición corporal de acuerdo a la interacción Edad x Método de castración al día 91.

TRATAMIENTOS	RANGOS DE CONDICIÓN CORPORAL		
	< 3,0	3,0 - 3,5	> 3,5
E2B	-	100%	-
E2E	75%	25%	-
E2Q	25%	75%	-
E2T	25%	75%	-
E8B	-	75%	25%
E8E	-	-	100%
E8Q	-	75%	25%
E8T	-	100%	-
E14B	-	50%	50%
E14E	-	75%	25%
E14Q	-	25%	75%
E14T	-	100%	-

La condición corporal a 91 d fue intermedia en un 100% para los terneros de dos meses castrados con método burdizo y 75% para los castrados con

método quirúrgico y sin castrar; para los castrados con elastrador fue 25% (Cuadro 13).

Más del 75% de los animales de ocho meses de edad lograron una un CC intermedia (3,0 - 3,5), en todos los tratamientos. Mientras que la proporción de la CC a 91 d en terneros de catorce meses fue 50%, 25% y 75% mayor que 3,5; y el 100% de los animales no castrados con CC intermedia.

Cuadro 14. Análisis de la Condición corporal (CC) final (196 d) de los tratamientos.

**DÍA 196**

TRATAMIENTOS	RANGOS DE CONDICIÓN CORPORAL		
	< 3,0	3,0 - 3,5	> 3,5
E2B	25%	75%	-
E2E	25%	75%	-
E2Q	75%	25%	-
E2T	50%	50%	-
E8B	-	25%	75%
E8E	-	75%	25%
E8Q	25%	50%	25%
E8T	25%	75%	
E14B	-	-	100%
E14E	-	75%	25%
E14Q	-	25%	75%
E14T	-	25%	75%

La proporción de la condición corporal final en los animales de dos meses fue. 75% de CC intermedia en los animales castrados con burdizo y elastrador, 50 % en los no castrados y 25% en los castrados con método quirúrgico; de estos últimos el 75% finalizó con CC baja (< 3,0).

En los animales de ocho meses el 25% de los castrados con método elastrador y quirúrgico logró una CC alta, esta CC fue obtenido por el 75% de los castrados con burdizo. Mientras que el 75% de los terneros no castrados tuvieron una CC intermedia (Cuadro 14).

Más del 75% de los castrados con método burdizo, quirúrgico y sin castrar de catorce meses obtuvieron una CC alta; el 75% de los terneros castrados con elastrador lograron una CC intermedia.

#### 4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los costos totales de cada tratamiento se detallan en el Cuadro 15, dentro de los tratamientos, el método quirúrgico en todas las edades (E2Q, E8Q, E14Q) representó el mayor costo total por tratamiento y por animal; esto se debe principalmente al empleo de materiales necesarios para la castración (guantes quirúrgicos, bisturí, hilo de sutura, alcohol, etc). El menor costo total entre los tratamientos fue para el testigo para todas las edades (E2T, E8T, E14T); esto se debe a que entre los costos fijos sólo estuvo considerada la mano de obra del técnico y para los costos variables la mano de obra del vaquero.

Cuadro 15. Costos Totales de los tratamientos y costo por animal en la investigación.

<b>COSTOS TOTALES</b>				
<b>MÉTODO BURDIZO</b>	<b>E2B</b>	<b>E8B</b>	<b>E14B</b>	<b>POR ANIMAL</b>
COSTOS FIJOS	8,97	8,97	8,97	
COSTOS VARIABLES	6,18	6,18	6,18	
<b>TOTAL</b>	<b>15,15</b>	<b>15,15</b>	<b>15,15</b>	<b>3,79</b>
<b>MÉTODO ELASTRADOR</b>	<b>E2E</b>	<b>E8E</b>	<b>E14E</b>	
COSTOS FIJOS	8,96	8,96	8,96	
COSTOS VARIABLES	6,88	6,88	6,88	
<b>TOTAL</b>	<b>15,84</b>	<b>15,84</b>	<b>15,84</b>	<b>3,96</b>
<b>MÉTODO QUIRÚRGICO</b>	<b>E2Q</b>	<b>E8Q</b>	<b>E14Q</b>	
COSTOS FIJOS	8,96	8,96	8,96	
COSTOS VARIABLES	9,68	9,68	9,68	
<b>TOTAL</b>	<b>18,64</b>	<b>18,64</b>	<b>18,64</b>	<b>4,66</b>
<b>TESTIGO</b>	<b>E2T</b>	<b>E8T</b>	<b>E14T</b>	
COSTOS FIJOS	5,00	5,00	5,00	
COSTOS VARIABLES	3,13	3,13	3,13	
<b>TOTAL</b>	<b>8,13</b>	<b>8,13</b>	<b>8,13</b>	<b>2,03</b>

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)

Aunque la interacción entre edad y método de castración no fue significativa era importante interpretarla y mirar hacia adentro puesto que existe tendencia a la significancia con una probabilidad de error  $P < 0,1$ . De esa observación se puede decir que el método de castración es independiente para los terneros de dos meses, esto concuerda con el artículo de la revista AGROPECUARIA (2003) donde se evaluó a través de la ganancia de peso hasta el destete el efecto de la edad de castración de terneros al pie de la madre no se encontró diferencias significativas entre castrados y no castrados ( $P=0,05$ ).

Los animales de ocho meses de edad en relación a los de dos meses tuvieron menor GDP, en todos los tratamientos, debido a que; se encontraban en el periodo de destete, esto coincide con Holgado (2002) quien al comparar la GDP de animales destetados y no destetados, esta tasa fue significativamente menor para los destetados.

Según Silva *et al.* (2007) la castración al primer mes y después del destete no perjudica el desempeño (GDP) final. Sin embargo en los ensayos de estos autores además de mantener los terneros al pie de la madre se les

suplementaba bajo el sistema de creep feeding (suplementación del ternero lactante) antes y después del destete. En este ensayo los animales solo recibieron pasto en su dieta eso explicaría en parte por qué los animales de ocho meses ganaron menos peso que los de dos meses.

Los animales de catorce meses lograron una GDP mayor que los de dos meses, esto concuerda con Jerez *et al.* (2007) quienes al evaluar la GDP de dos edades de castración, animales castrados tardío (mayores a doce meses) y temprano (animales menores a tres meses) encontraron una GDP significativamente mayor en los castrado tardío.

## **5.2. PESO VIVO (PV)**

Los animales de catorce meses terminaron con mayor peso que los de dos y de ocho meses de edad, esto se asemeja a Jerez *et al.* (2007) quienes evaluando dos edades de castración, animales castrados tardío y temprano sí encontraron un efecto significativo sobre el peso final en los dos grupos; superando en esta variable los castrados tardío. Sin embargo según Tulloh (1964) no existen diferencias significativas castrando animales de un mes y ocho meses de edad mantenidos bajo pastoreo e implantados con propionato de testosterona; aunque este autor indica que puede existir variabilidad de un año a otro.

El mejor método en cuanto a peso para animales de ocho y catorce meses fue burdizo es se asemeja a Araujo *et al.* (2003) quienes realizando una evaluación entre métodos de castración, en animales mayores a seis meses, encontraron diferencias significativas, superando el burdizo a los demás métodos.

### **5.3. PÉRDIDA DE PESO POST CASTRACIÓN (PP) Y TIEMPO DE RECUPERACIÓN (TR)**

Si se castra animales a dos meses de edad, estos lograrán un mejor tiempo de recuperación en relación a los animales de ocho y catorce meses; debido a que se encuentran en etapa de lactancia, no tienen restricción de alimento y luego de ser castrados sus madres se encargan de curarlos (según Cándido *et al* (2001) a esto se le conoce como "pasto-maternidad", donde las madres son las encargadas de tratar o curar el ombligo del ternero, atenderlo luego de la castración y tatuaje de numeración en la oreja). Holgados (2002) explica que una recuperación en animales lactantes es más rápida porque además de mantenerse con un recurso forrajero conservan el aporte de la leche materna.

En el caso de los animales de ocho meses existió un periodo de tiempo de 18 días para la recuperación y ganancia progresiva de peso, debido a que al momento de ser castrados los animales se encontraban en el periodo de destete, según Bavera 2000 en general cualquier actividad fuera del clima normal del animal lleva a agudizar el estrés que a su vez reduce la producción

y en los terneros jóvenes recién destetados merece especial atención debido a que están más dispuestos a sufrir niveles altos de estrés.

Para los animales de catorce meses se requirió un periodo similar de adaptación al estrés, según Morales la respuesta al estrés confiere, cambios conductuales, autonómicos y neuroendocrinos que llevan al individuo a presentar cambios biológicos que afectan su economía corporal (ganancia de peso, peso vivo); además Bavera (2000) indica que animales cercanos a ocho meses de edad se clasifican en nivel de estrés intermedio, agudizado por la asociación con otros grupos durante su manejo, lo que se ve reflejado en su desempeño.

La mayor parte de los animales castrados a dos meses no perdieron peso en el periodo post castración; de estos terneros, los castrados con burdizo tuvieron 49% menor tasa de ganancia del periodo de recuperación, y 31% menor ganancia de peso final, esto refleja que la castración sí provocó estrés en los animales de dos meses de edad. El bajo rendimiento en el periodo post castración de los animales de ocho y catorce meses puede deberse al estrés de manejo y a la castración en sí. Bretschneider (2002) concuerda, determinando que la pérdida de peso se incrementa a medida que aumenta la edad de castración y que la misma es mínima cuando los terneros son castrados a muy temprana edad. Este autor estimó una pérdida de peso de aproximadamente 0,3 kg/día durante el primer mes post-castración en

animales entre siete y ocho meses sin embargo; en este ensayo la pérdida de peso en los animales de ocho meses bajo todos los métodos, a los quince días post castración, fue de 0,1 kg/día lo que puede indicar un menor sufrimiento para los animales en este ensayo.

#### **5.4. CONDICIÓN CORPORAL**

Los terneros de ocho meses iniciaron con condición corporal alta ( $> 3,5$ ) y un peso vivo promedio de 171,7 kg, mayor que las dos edades, en todos los métodos. Sin embargo al final del ensayo los animales de catorce superaron este valor en un 20% a los terneros de ocho meses, mientras que los terneros de dos meses no lograron una CC alta en ningún método. Esto puede señalar que existe relación entre el peso vivo de los animales y la condición corporal como indican Velásquez y Alvarez (2003) en animales de seis meses y 12 meses de edad con correlaciones moderadas entre peso y medidas corporales.

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados que se observaron en el ensayo se puede concluir que:

1. El efecto del método de castración en los animales, sobre el peso vivo, y la ganancia diaria de peso depende de la edad de castración. Sin embargo ese efecto sería de poca magnitud respecto a animales enteros cuando se castren antes del destete.
2. Independientemente de la edad de castración. No todos los métodos de castración provocan diferencias en ganancia de peso o peso final comparados con animales enteros.
3. El manejo general del hato antes y durante la castración de los animales puede provocar efecto negativo en el desempeño (peso post-castración), perjudicando más a los animales de mayor edad que a los jóvenes en periodo de lactancia y aún más para animales que comienzan el periodo de recría (pos destete). Sin embargo la respuesta de los animales de mayor edad (catorce meses) es superior en relación al peso final y a la ganancia diaria de peso.

4. La castración, no provocaría un cambio importante (aunque si es estadísticamente significativo) en la condición corporal de los animales pero si en la ganancia diaria de peso.
  
5. La ganancia diaria de peso, de los animales castrados, puede ser igual a la de los animales sin castrar pero depende del método empleado y la edad de castración.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda validar este experimento con mayor número de animales teniendo especial atención en la castración con burdizo a catorce meses vs burdizo y elastrador a dos meses de edad, pero se debe comparar con el quirúrgico que es el más utilizado.

Si se realiza la castración en ganado de engorde, se recomienda castrar los terneros con el método burdizo, aplicado en animales de catorce meses. En caso de castrar animales de ocho meses se recomienda utilizar el mismo método.

## VIII. RESUMEN

Existe discrepancia respecto a cuál es el método menos estresante y la mejor edad para castrar bovinos de engorde. Este estudio pretendió determinar si el método de castración depende de la edad. Se utilizaron 48 toretes cruce Brahman; 16 de 2 meses ( $74,1 \pm 0,78$  kg PV) 16 de 8 meses ( $168,20 \pm 1,27$  kg PV) y 16 de 14 meses ( $196 \pm 1,51$  kg PV). Cuatro animales dentro de cada edad fueron distribuidos al azar en cada método de castración: quirúrgico (Q), burdizo (B), elastrador (E) dejando cuatro animales como testigo (T). Se calificó la condición corporal (CC) cada 21 días. Se calculó la ganancia de peso diaria (GPD) en base al peso inicial y final. Dichas variables se analizaron bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial. Las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. La CC de los animales de 14 meses fue 11% y 22% mayor que la de los 8 y 2 meses; la CC de los castrados con B fue 8% mayor que los de Q y T; y 12% mayor que los E. A los 4 días post castración la pérdida de peso diaria de los animales de 14 meses fue casi el doble que los de 8 meses y los de dos meses no perdieron peso. La GDP de los animales de 14 meses fue el doble que los de 8 meses y 13% mayor que los de 2 meses. La GDP de los castrados con burdizo fue similar a los castrados quirúrgicamente pero 30% mayor que los castrados con elastrador y testigo.. Animales de 14 meses de edad con burdizo tienen la mayor GDP seguidos por los castrados a dos meses con elastrador.

## **IX. SUMARIO**

There is disagreement about which method is the least stressful and the best age to castrate beef cattle. This study sought to determine whether the method of castration depends on age. Using 48 Brahman cross bulls, 16 of 2 months ( $74.1 \pm 0.78$  kg BW) 16 of 8 months ( $168.20 \pm 1.27$  kg BW) and 16 of 14 months ( $196 \pm 1.51$  kg BW ). Four animals within each age were randomly distributed in each method of castration surgery (Q), burdizo clamps (B), Elastrator (E), leaving four animals as control (T). Body condition was scored (CC) every 21 days. We calculated the average daily gain (ADG) based on the initial and final weight. These variables were analyzed under a completely randomized design in factorial arrangement. The treatment means were compared using the least significant difference test (LSD) at 5%. The CC of animals 14 months was 11% and 22% higher than the 8 and 2 months, the CC of castrated with B was 8% higher than the Q and T, and 12% higher than the E. At 4 days post castration daily weight loss of animals of 14 months was almost double that of 8 months and two months not lose weight. The ADG of the animals of 14 months was double that of 8 months and 13% higher than the 2 months. The ADG of the castrated with burdizo was similar to surgically castrated, but 30% higher than the castrated with elastrator and witness. Animals 14 months of age have the highest GDP burdizo clamps followed by two months neutered at Elastrator.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

AGROPECUARIA E INFORMÁTICA. 2003. Efecto de la edad de castración en la ganancia diaria de peso hasta el destete en terneros al pie de madre. (en línea). Argentina. Consultado 30 jun. 2011. Disponible en:  
<http://pecuariatica.blogspot.com/2009/05/efecto-de-la-edad-de-castracion-en-la.html>

ANDERSON, N. 2007. Castration of Calves: choice of castration methods. Ministry of agriculture food and rural affairs (en línea). Canada. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en:  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/07-029.pdf>

ARANGO, L. 1976. Efectos de la castración sobre la ganancia de peso, rendimiento y características de la canal en machos bovinos. Tesis Ing. Zoot. Medellín, Colombia. P. 7, 54

ARAUJO, M; ACEVES, G; LUNA, L 2003. Comparación de tres técnicas de castración para evaluar la ganancia de peso corporal en becerros de la raza Hosltein Friesian en el Valle del Yaqui. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. (en línea). México. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en: <http://www.ammeb.net>

ASOGAN (Asociación de Ganaderos Santo Domingo). 2009. Movimiento de Ganado: análisis comparativo de guías de movilización. Centro de Comercialización (en línea). Ecuador. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en:

<http://www.asogansd.com/site/descargas/centro-de-comercializaci-n-asogansd.php>

BAVERA, G. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. Control hormonal del crecimiento. Curso de Producción Bovina de carne (en línea). Argentina. Consultado 28 feb. 2010. Disponible en:

[http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/externo/05crecimiento\\_desarrollo\\_y\\_precocidad.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf)

BAVERA, G; PEÑAFORT, C. 2006 Castración de machos y hembras. Métodos de castración en machos. . Curso de Producción Bovina de carne (en línea). Argentina. Consultado 29 mar. 2010. Disponible en:

[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria/40-castracion\\_de\\_machos\\_y\\_hembras.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/40-castracion_de_machos_y_hembras.pdf)

BRETSCHNEIDER, 2002 Castración de Terneros: Tradición versus Eficiencia. INTA (en línea). Argentina. Consultado 30 jun 2011. Disponible en:

[http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/art\\_divulgacion/ad\\_0023.htm](http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/art_divulgacion/ad_0023.htm)

CANDIDO, J; DIAS, G; MARQUES DA SILVA, J; GOMES, A; NEIVO, A; CIOFFI, J. 2001. Desempenho e características de carcaça de bovinos F1 pardo suíço corte x nelore, inteiros ou castrados de diferentes idades. EMBRAPA (en línea) Campo Grande. Brasil Consultado 25 ene. 2010. Disponible en:

<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/bp/bp12/03resultados.html>

CASTRO, L; VALDERRAMA, J; CASA, J. 1970. Efecto de la castración e implante hormonal de terneros cruzados de cebú en doce meses de edad. Revista Acta Agronómica. Volumen 20 (2): 91- 108.

CEBA. 2006. Brachiaria brizantha. Ficha Técnica. (en línea). Bogotá, Colombia Consultado 25 ene. 2010. Disponible en:

<http://www.ceba.com.co/cebawewe.htm>

CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia). 2006. Manual de manejo para engorde de ganado bovino: engorde de animales manejo y engorde de

animales para terminación (en línea). Bolivia. Consultado 03 mar. 2010.

Disponible en:

<http://www.cetabol.cotasnet.com.bo/>

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). 1998. Gado de corte.

Tecnologias. Qual a idade e qual o processo recomendado para a castração de tourinhos. (en línea) Brasil. Consultado 25 ene. 2010. Disponible en:

<http://www.cnpqg.embrapa.br/tecnologias/quer saber mais/500p/P088.html>

GONÇALVES, J. 2001. Sistema de pastejo rotacionado intensivo em Brachiaria brizantha (en línea). Brasil. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en:

[http://www.flar.org/webciat/forrajes/pdf/pasturas\\_tropicales.../pt\\_25\\_3\\_2\\_1\\_1.pdf](http://www.flar.org/webciat/forrajes/pdf/pasturas_tropicales.../pt_25_3_2_1_1.pdf)

HINTZ, H. 1987. Ganadería. Guía para la reproducción, nutrición, cría y manejo del ganado. Tomo I. Capítulo 3. Hormonas y pubertad del macho. Editorial Mc Graw-Hill. México. Pág 63-82.

HOLGADO, F. 2002. Ganancia de peso de terneros destetados a los 4 meses de edad alimentados con pastura tropical (en línea). Argentina. Consultado 30 jun. 2011. Disponible en:

<http://www.aapa.org.ar/congresos/2002/NaPdf/na1.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR) / CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1999. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas de IICA y el CATIE. 4 ed. Costa Rica. 1-40

JEREZ, N; MELÉNDEZ, S, BRAVO, H (2007) Efecto de la edad a la castración sobre el crecimiento y el Rendimiento en canal de novillos de Raza Carora. Artículo de XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA. (en línea). Venezuela. Consultado 30 jun. 2011. Disponible en:

<http://www.bioline.org.br/request?la07073>

MACHT, N; BACH, A; REALINI, C; FONT-FURNOLS, M ; VELARDE, A; DEVANT, M. Efecto de la castración en terneros. Rendimientos productivos y calidad de la canal y la carne. (en línea). Argentina. Consultado 30 jun. 2011. Disponible en:

<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/8383/ART%C3%8DCULOS-RUMIANTES/efecto-castraci%C3%B3n-terneros.html>

MARTINEZ, G. 1986. La castración como sistema tradicional de manejo en ganado bovino para carne en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 31 p.

MORAIS, C; FONTES, C; LANA, R; JOARE, J; QUIEROZ,A; CASTRO, A. 1993. Influencia da Monensina sobre o rendimento de carcaça e de seus cortes básicos e outras características, em bovinos castrados e não castrados. Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia. Volumen 22 (1): 72- 80

NOGUEIRA, A GOMES, A; NEIVO, A; GROF, B; FERNANDES, C; GUIMARAES, E; RODRIGUES, E. 2007. Coleção 500 perguntas 500 respostas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informação Tecnológica. Gado de Corte. EMBRAPA-SPI. Campo Grande Brasil p. 48, 52, 59

SILVA, C; GAMBARINI, M; GUIMARAES, R; OLIVEIRA, K. 2007. Efeito da idade de castração no ganho de peso em bovinos de corte. Universidad Federal de Goiânia. Escuela de veterinária (en línea). Brasil. Consultado 25 ene. 2010. Disponible en:

<http://www.unimevgo.com.br/artigo/efeito.htm>

TAYAROL, L. 2008. A genética, a recría e o confinamento. Revista Melhor. Brasil no. 6: 50 - 52.

TULLOH, B. 1964. The effect of age at castration and of testosterone propionate on weight gains and carcass measurements of steers. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 4(12) 67 – 70 (en línea). Australia. Consultado 10 feb. 2010. Disponible en:

<http://www.publish.csiro.au/paper/EA9640067.htm>

VANINI DE MORAES, G; LAUZER, J. 1982. Efeito da idade de castração sobre o crescimento de bovinos de corte. Departamento de Zootecnia Universidad Federal de Santa Maria (en línea). Brasil. Consultado 25 ene. 2010. Disponible en:

[http://cascavel.ufsm.br/revista\\_new/ojs/index.php/RCCCR/article/view/452/451](http://cascavel.ufsm.br/revista_new/ojs/index.php/RCCCR/article/view/452/451)

VASQUEZ, R 2000. Efecto de la castración y el criptorquidismo inducido en toretes Brahman – mestizos de 18 meses. Tesis Ing. Zot. Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica de Quevedo.

WILLIAMS, W. 1992. Ganado Vacuno para Carne. Cría y Explotación. Castración.

Editorial Limusa. México pag 258, 259, 260.

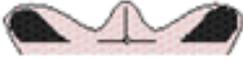
**XI. ANEXOS****Anexo 1. Costos fijos de la castración**

<b>COSTOS FIJOS</b>				
HERRAMIENTAS				Valor
MÉTODO	Precio	Año	Valor Depreciado	depreciación por
BURDIZO				tratamiento
Burdizo	60	1	27	0.009
Mano de Obra Técnico				8.958
<b>TOTAL</b>				<b>8.97</b>
<b>MÉTODO ELASTRADOR</b>				
Pinza elastrador	30	1	13.5	0.005
Mano de Obra Técnico				8.958
<b>TOTAL</b>				<b>8.96</b>
<b>MÉTODO QUIRÚRGICO</b>				
Kit quirúrgico	20	3	9	0.003
Mano de Obra Técnico				8.958
Bandeja de desinfección	3	3	1.35	0.0005
<b>TOTAL</b>				<b>8.96</b>
<b>TESTIGO</b>				
Mano de Obra Técnico				5.00
<b>TOTAL</b>				<b>5.00</b>

## Anexo 2. Costos variables del proceso de castración

<b>COSTOS VARIABLES</b>			
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>
<b>MÉTODO BURDIZO</b>			
Agua			0.33
Jabón			0.17
Guantes			0.08
Mano de Obra			5.60
		<b>TOTAL</b>	<b>6.18</b>
<b>MÉTODO ELASTRADOR</b>			
Agua			0.33
Jabón			0.17
Guantes			0.08
Anillos de goma			0.20
Alcohol			0.50
Mano de Obra			5.60
		<b>TOTAL</b>	<b>6.88</b>
<b>MÉTODO QUIRÚRGICO</b>			
Agua			0.33
Jabón			0.17
Guantes			0.08
Hilo de sutura			1.00
Alcohol			0.50
Hoja de bisturí # 20			1.00
Eterol			1.00
Mano de Obra			5.60
		<b>TOTAL</b>	<b>9.68</b>
<b>TESTIGO</b>			
Mano de Obra			3.13
		<b>TOTAL</b>	<b>3.13</b>

### Anexo 3. Escala de condición corporal

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

**ANEXO 4. PESO INICIAL ANIMALES DE DOS MESES**

#	CÓDIGO ANIMAL	TRATAMIENTO	PESO INICIAL
			OCTUBRE
			18/10/2010
1	91-10	Quirúrgico	82.0
2	93-10	Quirúrgico	77.5
3	110-10	Quirúrgico	72.5
4	89-10	Quirúrgico	53.0
5	83-10	Burdizo	82.0
6	136-10	Burdizo	59.0
7	79-10	Burdizo	76.0
8	94-10	Burdizo	88.0
9	129-10	Elastrador	82.0
10	99-10	Elastrador	80.0
11	130-10	Elastrador	87.0
12	132-10	Elastrador	52.5
13	122-10	Testigo	82.5
14	158-10	Testigo	88.5
15	73-10	Testigo	87.5
16	135-10	Testigo	95.5

**PESO INICIAL ANIMALES DE OCHO MESES**

#	CÓDIGO ANIMAL	TRATAMIENTO	PESO INICIAL
			OCTUBRE
			18/10/2010
1	39-10	Quirúrgico	199.0
2	21-10	Quirúrgico	142.5
3	10-10	Quirúrgico	170.0
4	28-10	Quirúrgico	138.0
5	100-10	Burdizo	204.0
6	05-10	Burdizo	194.0
7	17-10	Burdizo	159.0
8	13-10	Burdizo	193.0
9	20-10	Elastrador	153.0
10	14-10	Elastrador	172.0
11	46-10	Elastrador	157.0
12	59-10	Elastrador	186.5
13	38-10	Testigo	186.5
14	44-10	Testigo	153.5
15	40-10	Testigo	165.5
16	01-10	Testigo	173.5

**PESO INICIAL ANIMALES DE CATORCE MESES**

#	CÓDIGO ANIMAL	TRATAMIENTO	PESO INICIAL
			OCTUBRE
			18/10/2010
1	204-09	Quirúrgico	172.0
2	120-09	Quirúrgico	174.0
3	91-09	Quirúrgico	201.5
4	137-09	Quirúrgico	175.0
5	99-09	Burdizo	236.0
6	87-09	Burdizo	234.0
7	126-09	Burdizo	209.0
8	124-09	Burdizo	219.0
9	182-09	Elastrador	166.5
10	81-09	Elastrador	214.5
11	205-09	Elastrador	176.5
12	114-09	Elastrador	237.0
13	96-09	Testigo	192.5
14	194-09	Testigo	177.0
15	75-09	Testigo	211.0
16	76-09	Testigo	208.5

**HOJA DE CAMPO PESO SEMANAL ANIMALES OCHO MESES**

#	CÓDIGO ANIMAL	TRATAMIENTO	PESO					
			SEMANAL					
			OCTUBRE			NOVIEMBRE		DICIEMBRE
			18/10/2010	22/10/2010	29/10/2010	05/11/2010	12/11/2010	06/12/2010
1	39-10	Quirúrgico	199.0	194.0	205.0	205.0	207.0	221.0
2	21-10	Quirúrgico	142.5	139.0	144.0	148.0	148.0	153.0
3	10-10	Quirúrgico	170.0	166.0	171.0	180.0	182.5	186.0
4	28-10	Quirúrgico	138.0	135.0	141.5	141.0	143.0	149.5
5	100-10	Burdizo	204.0	202.0	212.0	219.0	220.5	235.0
6	05-10	Burdizo	194.0	197.0	207.0	210.5	212.0	213.5
7	17-10	Burdizo	159.0	154.0	150.0	158.0	160.0	159.5
8	13-10	Burdizo	193.0	185.0	192.0	192.0	205.0	210.5
9	20-10	Elastrador	153.0	151.0	155.0	162.0	164.5	173.0
10	14-10	Elastrador	172.0	167.0	173.0	178.0	179.0	184.0
11	46-10	Elastrador	157.0	153.0	153.0	158.0	159.0	162.5
12	59-10	Elastrador	186.5	181.0	182.0	182.0	192.0	197.5
13	38-10	Testigo	186.5	184.0	197.0	202.5	205.0	203.0
14	44-10	Testigo	153.5	146.0	147.5	153.0	154.5	162.0
15	40-10	Testigo	165.5	170.0	172.5	176.0	178.5	180.5
16	01-10	Testigo	173.5	170.0	162.5	162.5	170.5	179.0

**HOJA DE CAMPO PESO SEMANAL ANIMALES OCHO MESES**

#	CÓDIGO ANIMAL	TRATAMIENTO	PESO					
			SEMANAL					
			OCTUBRE			NOVIEMBRE		DICIEMBRE
			18/10/2010	22/10/2010	29/10/2010	05/11/2010	12/11/2010	06/12/2010
1	91-10	Quirúrgico	82.0	81.0	84.0	94.0	100.0	122.5
2	93-10	Quirúrgico	77.5	80.0	85.0	92.5	96.0	114.0
3	110-10	Quirúrgico	72.5	75.0	76.0	84.0	92.0	104.0
4	89-10	Quirúrgico	53.0	54.0	57.5	63.5	68.0	81.0
5	83-10	Burdizo	88.0	87.0	91.0	96.5	100.5	129.5
6	136-10	Burdizo	72.0	73.0	74.0	83.5	86.0	106.0
7	79-10	Burdizo	59.0	61.0	64.5	66.5	68.5	87.5
8	94-10	Burdizo	76.0	73.0	74.5	82.0	86.5	109.0
9	129-10	Elastrador	80.0	85.0	86.0	92.5	99.0	131.5
10	99-10	Elastrador	80.0	81.0	84.0	91.0	95.0	114.0
11	130-10	Elastrador	87.0	87.0	89.0	99.5	105.0	123.5
12	132-10	Elastrador	52.0	53.0	57.5	60.0	62.5	81.0
13	122-10	Testigo	82.0	86.0	90.0	95.5	98.5	123.0
14	158-10	Testigo	88.0	89.0	93.0	99.0	105.5	125.0
15	73-10	Testigo	87.0	88.0	92.5	97.0	102.5	121.0
16	135-10	Testigo	95.0	97.0	100.0	106.0	110.5	119.0

**Anexo 5. HOJA DE CAMPO Peso semanal terneros 14 meses de edad**

#	CÓDIGO ANIMAL	TRATAMIENTO	PESO SEMANAL (kg)					
			OCTUBRE			NOVIEMBRE		DICIEMBRE
			18/10/2010	22/10/2010	29/10/2010	05/11/2010	12/11/2010	06/12/2010
1	204-09	Quirúrgico	172.0	170.0	181.5	188.5	190.0	196.0
2	120-09	Quirúrgico	174.0	173.0	184.5	197.5	200.0	205.0
3	91-09	Quirúrgico	201.5	197.0	205.5	222.0	223.5	229.0
4	137-09	Quirúrgico	175.0	174.0	180.0	188.5	191.0	196.0
5	99-09	Burdizo	236.0	225.0	244.0	253.0	254.5	266.0
6	87-09	Burdizo	234.0	231.0	240.5	254.5	257.0	274.5
7	126-09	Burdizo	209.0	201.0	210.0	217.5	220.0	233.5
8	124-09	Burdizo	219.0	216.0	231.5	239.5	242.0	155.0
9	182-09	Elastrador	166.5	162.0	162.5	169.5	173.0	178.5
10	81-09	Elastrador	214.5	209.0	210.5	221.0	225.0	242.0
11	205-09	Elastrador	176.5	173.0	181.5	187.5	189.5	202.0
12	114-09	Elastrador	237.0	222.0	223.5	223.0	226.0	243.0
13	96-09	Testigo	192.5	185.0	190.0	200.0	204.0	196.0
14	194-09	Testigo	177.0	163.0	176.0	180.0	184.0	193.0
15	75-09	Testigo	211.0	206.0	219.0	231.5	234.0	211.0
16	76-09	Testigo	208.5	202.0	206.5	218.0	222.0	238.0

**Anexo 6 .EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE Brahman  
PARA ENGORDE MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO ROTACIONAL DIARIO**

**ACTIVIDAD:** Pesos Mensuales

**GRUPO:** 2 MESES

#	CÓDIGO	TRATAMIENTO	DICIEMBRE		ENERO	FEBRERO		MARZO	ABRIL	MAYO
			06/12/2010	27/12/2010	17/01/2011	07/02/2011	28/02/2011	21/03/2011	11/04/2011	02/05/2011
1	91-10	Quirúrgico	116.0	122.5	124.0	142.0	156.0	158.5	160.0	165.0
2	93-10	Quirúrgico	113.0	114.0	125.0	130.0	147.0	146.0	148.5	150.0
3	110-10	Quirúrgico	102.5	104.0	107.0	121.5	135.0	140.0	142.0	135.5
4	89-10	Quirúrgico	83.0	81.0	83.0	90.0	104.0	110.0	114.0	117.0
5	83-10	Burdizo	120.0	129.5	122.5	127.0	132.5	140.0	143.5	150.0
6	136-10	Burdizo	100.5	106.0	111.0	127.5	149.5	158.0	161.0	165.0
7	79-10	Burdizo	85.0	87.5	95.0	103.0	113.0	111.0	118.0	121.0
8	94-10	Burdizo	100.5	109.0	110.0	123.0	135.0	139.5	143.0	148.5
9	129-10	Elastrador	121.0	131.5	132.0	151.5	174.0	175.5	183.5	182.5
10	99-10	Elastrador	109.5	114.0	118.0	136.0	143.5	154.0	151.0	155.0
11	130-10	Elastrador	122.0	123.5	130.0	146.5	160.0	164.0	166.5	168.0
12	132-10	Elastrador	77.0	81.0	84.5	93.0	104.0	116.0	130.0	142.0
13	122-10	Testigo	119.5	123.0	130.0	143.0	154.0	157.0	162.0	163.0
14	158-10	Testigo	122.0	125.0	135.0	147.0	163.0	163.0	166.5	166.5
15	73-10	Testigo	119.5	121.0	123.0	135.0	152.5	155.0	158.0	162.5
16	135-10	Testigo	117.5	119.0	121.0	125.0	135.0	141.0	145.0	141.0

**Anexo. EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE Brahman  
PARA ENGORDE MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO ROTACIONAL DIARIO**

**ACTIVIDAD:** Pesos Mensuales  
**GRUPO:** 8 MESES

#	CÓDIGO	TRATAMIENTO	DICIEMBRE		ENERO	FEBRERO		MARZO	ABRIL	MAYO
			06/12/2010	27/12/2010	17/01/2011	07/02/2011	28/02/2011	21/03/2011	11/04/2011	02/05/2011
1	39-10	Quirúrgico	221.0	220.0	210.0	217.5	230.5	238.5	250.0	257.0
2	21-10	Quirúrgico	153.0	157.0	150.0	165.0	170.0	181.0	184.0	186.0
3	10-10	Quirúrgico	186.0	184.0	170.0	179.0	193.0	198.0	206.0	210.0
4	28-10	Quirúrgico	149.5	145.0	140.0	146.5	159.5	168.0	177.0	181.5
5	100-10	Burdizo	235.0	223.5	220.0	239.5	255.0	266.5	279.0	283.0
6	05-10	Burdizo	213.5	223.0	209.0	230.0	240.5	252.0	256.0	271.5
7	17-10	Burdizo	159.5	152.0	138.0	142.0	150.0	163.5	173.5	183.5
8	13-10	Burdizo	210.5	193.0	186.5	201.0	211.0	229.5	239.5	254.5
9	20-10	Elastrador	173.0	165.5	156.0	164.0	171.0	186.0	193.5	194.5
10	14-10	Elastrador	184.0	176.0	164.0	172.0	178.0	190.0	189.5	200.0
11	46-10	Elastrador	162.5	156.5	150.0	157.0	158.0	173.0	177.5	179.0
12	59-10	Elastrador	197.5	190.5	183.5	169.0	174.0	187.0	194.0	212.0
13	38-10	Testigo	203.0	189.5	189.0	193.0	197.0	214.0	221.0	230.0
14	44-10	Testigo	162.0	153.5	139.0	148.0	154.5	157.0	169.0	172.0
15	40-10	Testigo	180.5	176.0	164.0	172.0	188.0	192.0	200.0	200.0
16	01-10	Testigo	179.0	171.0	155.0	162.0	180.0	181.0	184.0	185.5

**Anexo- EDAD Y MÉTODO ÓPTIMOS DE CASTRACIÓN EN BOVINOS CRUCE Brahman  
PARA ENGORDE MANEJADOS BAJO SISTEMA DE PASTOREO ROTACIONAL DIARIO**

**ACTIVIDAD:** Pesos Mensuales  
**GRUPO:** 14MESES

#	CÓDIGO	TRATAMIENTO	DICIEMBRE		ENERO	FEBRERO		MARZO	ABRIL	MAYO
			06/12/2010	27/12/2010	17/01/2011	07/02/2011	28/02/2011	21/03/2011	11/04/2011	02/05/2011
1	39-10	Quirúrgico	196.0	198.0	185.0	193.0	187.0	226.0	229.5	241.0
2	21-10	Quirúrgico	205.0	202.0	202.0	216.0	216.0	265.0	267.0	292.0
3	10-10	Quirúrgico	229.0	222.0	218.5	235.0	252.0	267.5	272.0	274.5
4	28-10	Quirúrgico	196.0	194.5	136.0	196.0	212.0	224.5	232.0	240.0
5	100-10	Burdizo	266.0	270.0	255.0	275.0	302.0	316.0	329.0	337.0
6	05-10	Burdizo	274.5	267.0	236.0	280.5	302.5	315.5	333.0	344.0
7	17-10	Burdizo	233.5	235.0	229.5	242.5	267.5	279.5	289.0	308.0
8	13-10	Burdizo	155.0	251.0	240.0	257.0	275.0	293.0	306.0	317.5
9	20-10	Elastrador	178.5	178.0	165.0	169.0	182.0	190.0	228.0	200.0
10	14-10	Elastrador	242.0	244.0	239.5	260.0	280.5	295.0	307.5	314.5
11	46-10	Elastrador	202.0	196.0	182.0	196.0	212.5	228.5	232.0	240.0
12	59-10	Elastrador	243.0	226.0	22.5	241.0	256.0	273.5	283.5	296.5
13	38-10	Testigo	196.0	206.0	188.0	204.5	225.0	236.0	238.0	241.0
14	44-10	Testigo	193.0	187.0	182.5	192.0	213.5	225.0	241.0	253.0
15	40-10	Testigo	211.0	228.5	225.0	246.5	264.0	282.0	300.0	310.5
16	01-10	Testigo	238.0	248.0	243.5	256.5	279.5	310.0	319.5	332.0