

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
SANTO DOMINGO**

**“VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES
CRUCEBRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE
PASTOREOINTENSIVO”**

LOURDES VERÓNICA TORRES VÉLEZ

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

SANTO DOMINGO - ECUADOR

2013

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
SANTO DOMINGO**

TEMA

**“VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES CRUCE
BRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE
PASTOREO INTENSIVO”**

LOURDES VERÓNICA TORRES VÉLEZ

**INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERA AGROPECUARIA.**

SANTO DOMINGO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

Dr. Gelacio Gómez

Ing. Jorge Lucero

Certifican:

Que el trabajo titulado “VALIDACIÓN DE METODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES CRUCE BRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE PASTOREO INTENSIVO”, realizado por TORRES VÉLEZ LOURDES VERÓNICA, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que es un tema de importancia para las ganaderías de nuestro País. Se recomiendan su Publicación.

El mencionado trabajo consta de documento empastado y disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Word (docx). Autorizan a Torres Vélez Lourdes Verónica, que lo entregue a Ing. Vicente Anzúles, en su calidad de Director de la Carrera.

Santo Domingo, 28 de enero del 2013

Dr. Gelacio Gómez Mendoza

DIRECTOR

Ing. Jorge Lucero Borja

CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

TORRES VÉLEZ LOURDES VERÓNICA

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES CRUCE BRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE PASTOREO INTENSIVO”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, 28 de enero del 2013

TORRES VELÉZ LOURDES VERÓNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, TORRES VÉLEZ LOURDES VERÓNICA

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “VALIDACIÓN DE METODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES CRUCE BRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE PASTOREO INTENSIVO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo, 28 de enero del 2013

TORRES VÉLEZ LOURDES VERÓNICA

“VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES CRUCE
BRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE PASTOREO
INTENSIVO”

TORRES VÉLEZ LOURDES VERÓNICA

REVISADO Y APROBADO

ING. VICENTE ANZULES
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Dr. Gelacio Gómez
DIRECTOR

Ing. Jorge Lucero
CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday
BIOMETRISTA

Dr. Ramiro Cueva Villamarín
SECRETARIO ACADÉMICO

“VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN TORETES CRUCE
BRAHMAN EN TRES EDADES DIFERENTES BAJO SISTEMA DE PASTOREO
INTENSIVO”

TORRES VÉLEZ LOURDES VERÓNICA

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

CALIFICACIÓN

FECHA

Dr. Gelacio Gómez Mendoza.
DIRECTOR

Ing. Jorge Lucero Borja
CODIRECTOR

CETIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA SECRETARÍA

Dr. Ramiro Cueva Villamarin
SECRETARIO ACADÉMICO

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial, quien me dio la vida, salud, fe, fortaleza y la confianza para terminar mi Carrera.

A mis adorados padres, Plinio y Esvélida, quienes me enseñaron desde mi infancia a luchar por mis sueños, me dieron su apoyo absoluto y todo su amor, este triunfo también es de ellos.

A mi única hermana Marcia, quien desde lejos me apoyo incondicionalmente en todo lo que pudo.

A mi Hijo de corazón Jonathan y a mi sobrina Amelia, quienes fueron una de mis mayores inspiraciones y quienes llenan de alegría mi vida.

A mi Novio, Fabián Bravo, quien me brindo todo su amor, cariño, estímulo, su paciencia, y todo su apoyo desde el inicio de mi Carrera.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de caminar a su lado y por darme la valentía y la fuerza en los momentos más duros de mi Carrera.

A mi familia por sus consejos, sus valores, su amor, la constante motivación, y por sus ejemplos de perseverancia.

Al Director de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria ESPE - IASA II, Ing. Vicente Anzúles; al personal Docente, y Administrativo; ya que cada uno tuvo parte en mi formación académica. En especial al Dr. Gelacio Gómez, Director de esta Investigación, por su gran soporte y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, y por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo. Al Ing. Jorge Lucero, Codirector de Tesis, por sus sugerencias, ideas, tiempo, paciencia y dirección. Al Ing. Vinicio Uday por su apoyo y colaboración para la realización de esta investigación.

Al Dr. Raúl Gaibor, propietario de la Hda. Rancho Ila, y a todo el personal que en ella labora; por su ayuda constante y por facilitar sus instalaciones para llevar a cabo este estudio.

A mis compañeros, Carlos Aguirre, Pablo Llanganate, Claudia e Isabel Viracocha, Grace Cobos y Rodrigo Solano; y a todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron conmigo en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

AUTORÍA

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

LOURDES VERÓNICA TORRES VÉLEZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
	Objetivo general	2
	Objetivos específicos	2
	Hipótesis	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	2.1. DESARROLLO ANIMAL	4
	2.2. CASTRACIÓN	4
	2.2.1. Consecuencias de la castración.	5
	2.3. EDADES DE CASTRACIÓN	6
	2.4. DIFERENCIAS EN CRECIMIENTO Y CONFORMACIÓN ENTRE ANIMALES CASTRADOS Y ENTEROS	7
	2.5. MÉTODOS DE CASTRACIÓN	9
	2.5.1. Método quirúrgico	9
	2.5.2. Métodos no quirúrgicos.	10
	2.5.2.1. Burdizo	10
	2.5.2.2. Anillo elastrador	10
	2.5.2.3. Diferencias en crecimiento y conformación de los animales al comparar distintos méto- dos de castración	11
	2.6. CONDICIÓN CORPORAL	12
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
	3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	13
	3.1.1. Ubicación política y geográfica	13
	3.1.2. Ubicación ecológica.	14
	3.1.3. Animales y materiales de campo	14
	3.1.4. Herramientas.	14
	3.1.5. Materiales de oficina.	14
	3.2. MÉTODOS	15
	3.2.1. Diseño experimental	15
	3.2.1.1. Factores a probar	15
	3.2.1.2. Tratamientos que se pusieron a prueba.	16
	3.2.1.3. Tipo de diseño.	17
	3.2.1.4. Observaciones.	17
	3.2.1.5. Características de la unidad experimental.	17
	3.2.2. Análisis estadístico	17
	3.2.2.1. Esquema de análisis de varianza.	17
	3.2.2.2. Coeficiente de variación.	18
	3.2.2.3. Análisis funcional.	19

3.2.3.	Costo de los tratamientos	19
3.2.4.	VARIABLES MEDIDAS	19
3.2.5.	Métodos para el manejo de la investigación	21
3.2.5.1.	Metodología para manejar los animales	21
3.2.5.2.	Metodología para determinar el tratamiento más rentable	21
3.2.5.3.	Metodología para difundir los resultados	22
IV.	RESULTADOS	23
4.1.	GANANCIA DIARIA DE PESO	23
4.2.	PESO VIVO	25
4.3.	CONDICIÓN CORPORAL	29
4.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	34
V.	DISCUSIÓN	35
5.1.	GANANCIA DIARIA DE PESO	35
5.1.1.	Efecto de la edad	35
5.1.2.	Efecto del método	36
5.2.	PESO VIVO	36
5.2.1.	Efecto del método y el día de engorde	36
5.2.2.	Efecto de la edad y el día de engorde	37
5.3.	CONDICIÓN CORPORAL	37
5.3.1.	Efecto del método y el día de engorde	37
5.3.2.	Efecto de la edad y el día de engorde	38
5.3.3.	Efecto del método y edad de castración	38
VI.	CONCLUSIONES	39
VII.	RECOMENDACIONES	41
VIII.	RESUMEN	42
IX.	SUMMARY	43
X.	BIBLIOGRAFIA	44
XI.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

1	Factores a probar para la determinación de la edad y método óptimo de castración en bovinos cruce Brahman para engorde.	15
2	Tratamientos a comparar.	16
3	Esquema del análisis de varianza para evaluar la ganancia diaria de peso.	18
4	Esquema del análisis de varianza para evaluar la ganancia diaria de peso en las diferentes fechas de pesaje.	18
5	Puntuación de la condición corporal(Lowman <i>et al.</i> , 1976)	20
6	Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso con relación a la edad y al método de castración.	23
7	Análisis de varianza del peso vivo de los animales.	25
8	Diferencias mínimas significativas del peso vivo (kg/animal) en relación al método de castración al día 1 (inicio), 84 (intermedio) y 186 (final) de la investigación	27
9	Diferencias mínimas significativas entre los promedios de peso vivo (kg/animal) en relación a la edad de castración al día 1 (inicio), 84 (intermedio) y 186 (final) de la investigación	29
10	Análisis de varianza de la condición corporal	29
11	Diferencias mínimas significativas de la condición corporal de acuerdo a la edad de castración al inicio y al final del engorde	30
12	Diferencias mínimas significativas del análisis de la condición corporal de acuerdo al método de castración al inicio y final del ensayo.	31
13	Diferencias mínimas significativas de la condición corporal de acuerdo a la edad de castración y su interacción con el método de castración	33
14	Análisis económico por el método de los presupuestos parciales para el peso vivo de animales castrados a los 14 meses de edad con el 80 % de TMR y precio de venta a 1,32 \$/kg de carne	34

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Ubicación de la Hacienda Rancho Ila	13
2	Análisis de la ganancia de peso diaria, GDP, kg/día, de acuerdo a la edad de castración	24
3	Análisis de la ganancia diaria de peso, GDP, kg/día, según el método de castración	25
4	Análisis del peso vivo en relación al método de castración en los días de engorde	26
5	Análisis del peso vivo en relación alaedad de castración en los días de engorde	28
6	Análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre edad de castración y días de engorde	30
7	Análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre los métodos de castración y días de engorde	32
8	Análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre los métodos y edades de castración	33

ÍNDICE DE ANEXOS

1	Costos fijos de la castración(Viracocha, 2011)	48
2	Costos variables del proceso de castración(Viracocha, 2011)	48
3	Escala de condición corporal	49
4	Hoja de campo del peso cada 21 días de los animales de 8 meses, castrados a los 2 meses de edad	49
5	Hoja de campo del peso cada 21 días de los animales de 14 meses, castrados a los 8 meses de edad	50
6	Hoja de campo del peso cada 21 días de los animales de 20 meses, castrados a los 14 meses de edad	50
7	Manejo del experimento.	51

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne es una actividad tradicional en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Según el tercer Censo Nacional Agropecuario (2002) la población bovina de la región era de 136 000 animales. Según la dirección de comunicación Social del Municipio de Santo Domingo de los Tsáchilas (2006), el 65,12 % de las 410 000 ha que tiene el cantón corresponden a pastos cultivados, que sirven como principal fuente alimenticia para una población bovina (carne y leche) de aproximadamente 280 000 cabezas.

La ganadería bovina de carne en la región de Santo Domingo se ha desarrollado de manera extensiva y con escaso nivel tecnológico, con pastos de mala calidad y baja cantidad no se ofrece alimento suficiente y adecuado para la nutrición de los animales, por lo tanto disminuye la tasa de crecimiento y aumentan los costos de producción de la carne.

Según Chávez (2002) en Santo Domingo de los Tsáchilas y en las demás zonas de la costa ecuatoriana se ha estado trabajando con baja carga animal (< 1 UBA/ha). Por otro lado, para mejorar el crecimiento y facilitar el manejo, una de las actividades aplicadas en el manejo de los bovinos de carne es la castración, práctica común entre los productores, pero presenta constantes cuestionamientos en cuanto al mejor método o edad del animal para realizarla.

Hay un constante debate sobre que método sería el más indicado tomando en cuenta los efectos sobre la recuperación postoperatoria, la tasa de ganancia de peso y; por supuesto, la ganancia económica.

Viracocha (2011) pretendió establecer cuál es el método menos estresante y la mejor edad para castrar bovinos de engorde en la época lluviosa; la presente investigación es la continuación de Viracocha (2011) realizado en la época seca. Los objetivos de la investigación fueron:

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la castración sobre parámetros de crecimiento en bovinos cruce Brahman bajo sistema de pastoreo intensivo en la época seca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mejor edad de castración en bovinos sobre la ganancia de peso.
- Evaluar el mejor método de castración en relación a la ganancia de peso de los animales.
- Determinar si la edad de castración sobre la ganancia de peso es independiente del método de castración.
- Evaluar la condición corporal de los bovinos castrados, de acuerdo a la edad y método de castración.
- Determinar el tratamiento más rentable en la investigación.

HIPÓTESIS

H₀: La edad y método de castración no influyen en el desarrollo de los bovinos.

H₁: La edad y método de castración influyen en el desarrollo de los bovinos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DESARROLLO ANIMAL

Numerosos países con sistemas intensivos de producción de carne utilizan anabólicos para mejorar su producción, especialmente la velocidad del crecimiento y conversión alimenticia. El objetivo de su utilización es acortar el período de producción y disminuir el tiempo de crianza (Bavera, 2002).

Según Bavera (2005) existen hormonas anabólicas que favorecen el crecimiento (somatotrofina, insulina, andrógenos, estrógenos y glucocorticoides). Los andrógenos tienen marcados efectos sobre el crecimiento de huesos y músculos. La testosterona, el andrógeno primario, es secretado principalmente por los testículos en los machos lo que representa una rápida velocidad de crecimiento. La secreción de estos aumenta marcadamente antes de la pubertad y es parcialmente responsable del rápido crecimiento que ocurre en esta etapa; pero tienen efecto significativo cuando las tasas de ganancia de peso son altas, por lo tanto en pastoreo su efecto sería cuestionable.

2.2. CASTRACIÓN

Según Bavera y Peñafort (2006) la castración consiste en la eliminación de las gónadas con el objetivo de anular las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales.

Carrillo *et al.*(1991) señala que la castración es una práctica corriente en los establecimientos dedicados a la cría de vacunos, después del destete, que es cuando comienzan su etapa de recría y engorde hasta llegar al peso de faenamiento. El método más corriente de castración es el quirúrgico, que permite la extracción total de los testículos y por lo tanto, la anulación de la función espermática y la producción de secreciones internas (hormonas). La principal consecuencia es la mayor mansedumbre en los animales que permite mejor facilidad para manejarlos en conjunto, ya que se evitan en forma casi total las agresiones debido a su instinto; además de esta ventaja, se presentan en el animal cambios en el desarrollo corporal, con disminución de las masas musculares, afinamiento de los huesos y un aumento en la grasa corporal.

En Ecuador, las exigencias de mercado son cortes deshuesados y con poca grasa derivados de la pierna (con nalga), los solomos (con lomito) y la paleta. Estos cortes mayoristas constituyen el 75 % del peso de la canal pero proporcionan hasta el 90 % de su valor; es decir, su valor está en la masa muscular con bajo contenido de grasa (Rosa, 2008).

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. La castración borra todo deseo sexual en los animales jóvenes y en la mayoría de maduros (Hintz, 1987).

Según Morais (1993) la castración cambia 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. Se verificó que bovinos angus enteros con 12 meses de edad presentan desarrollo muscular en el cuello equivalente a novillos con veinte y cuatro meses de edad.

2.3. EDADES DE CASTRACIÓN

La Comisión Europea no tiene una legislación específica que indique la edad y método que debe aplicarse para la castración de los terneros. Sin embargo, el Comité Científico Veterinario sobre el Bienestar de los Terneros, EFSA Journal citado por Mach *et al.* (2010) describe que castrar a los terneros sin previa aplicación de anestesia y analgesia es un riesgo para su bienestar, ya que provoca dolor agudo importante; describieron que la concentración de cortisol plasmático (indicador de estrés) en animales castrados a un mes de edad era inicialmente superior en la castración mediante burdizo que en la castración mediante los anillos de goma.

No obstante, los terneros castrados mediante anillo de goma respondieron al dolor de la palpación escrotal hasta las 8 semanas postcastración, mientras que en los que se utilizó el burdizo sólo respondieron al dolor hasta 2 semanas después de la castración. Estos autores concluyeron que el burdizo es preferible a los anillos elásticos.

Igualmente, Mach *et al.* (2010) observaron que el comportamiento anormal (posiciones anormales, movimientos lentos de cola, estiramientos alternativos de las patas de atrás y volteo de la cabeza hacia la zona afectada) de los animales castrados a la edad de una semana se prolongó hasta los 9, 15 y 45 días con la castración mediante cirugía, burdizo y anillos de goma, respectivamente.

Mach *et al.* (2010) observaron que la concentración de proteínas de fase aguda (indicadoras de daño tisular) en animales de 5,5 meses de edad castrados con banda elástica era superior que los animales castrados con burdizo en el día 35 de postcastración, lo que sugería que la castración mediante bandas elásticas produce una inflamación más crónica que la castración mediante burdizo. Sin embargo, no hay datos de los efectos de la castración, ni de los métodos de castración sobre la concentración de proteínas de fase aguda en animales de menos de tres meses.

2.4. DIFERENCIAS EN CRECIMIENTO Y CONFORMACIÓN ENTRE ANIMALES CASTRADOS Y ENTEROS

Según Martínez (1986) 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 animales castrados tenían menor ganancia de peso y una menor eficiencia para convertir alimento; además los animales semicastrados y los implantados con hormonas estrogénicas tienen 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 y convertir los alimentos más eficientemente.

Martínez (1986) reporta que las diferencias de crecimiento entre enteros y castrados no se apreciaron y son muy pequeñas durante el primer año y hasta la pubertad, pero luego van apareciendo con la edad, considera que de cinco a siete meses aparecen diferencias y estas se acentúan a medida que aumenta el nivel nutricional.

De acuerdo a Morais *et al.* (1993), cuando se realiza 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.

En otro experimento Martínez (1986) comparó novillos y toros Angus con antecedentes genéticos similares, 19 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 1 kg 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.

Según Tayarol (2008) 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.

2.5. MÉTODOS DE CASTRACIÓN

Existen varios métodos de castración y su aplicación depende del manejo y facilidad determinada por el productor.

2.5.1. Método quirúrgico

Según Ensminger (2006) se extirpa más o menos el tercio inferior del escroto, de modo que los testículos quedan expuestos desde abajo. Se incide la membrana de cada testículo. Si se desea no hace falta seccionarla, simplemente se la extrae junto con el testículo. La extirpación de toda la membrana o de gran parte de ella disminuye la posibilidad de que se acumule sangre y se forme un coágulo. Los testículos se sacan por tracción. Se puede extraer el cordón en terneros de tres a cuatro meses de edad.

2.5.2. Métodos no quirúrgicos

2.5.2.1. Burdizo

Según Ensminger (2006) la pinza de burdizo permite realizar una castración sin hemorragia, se la realiza volteando al animal, se lleva el cordón hacia un costado del escroto y luego se aplica la pinza de burdizo más o menos a cuatro o cinco centímetros por encima del testículo, donde se lo mantiene unos segundos. Luego se repite la operación en el cordón a unos seis milímetros de la anterior. Repetir la operación en el otro testículo, es importante que el cordón no se deslice, que se pince un solo cordón a la vez y que no se interrumpa la circulación de la sangre en la parte central del escroto. Este método de castración es satisfactorio si se realiza correctamente.

2.5.2.2. Anillo elastrador

Según Ensminger (2006) la castración por este método consiste en sostener al ternero sentado o voltearlo en el suelo, presionar ambos testículos para que pasen a través del anillo y lleguen al extremo inferior del escroto, y luego soltar el anillo de goma. El elastrador da mejores resultados en terneros jóvenes de menos de 2 meses de edad.

2.5.2.3. Diferencias en crecimiento y conformación de los animales al comparar distintos métodos de castración

Según Lenhmkuhler (2003) los terneros castrados de los 2 a 3 meses de edad con banda o elastrador ganaron peso más rápido que los castrados quirúrgicamente y los enteros (2,07, 2,00 y 1,98 kg/d, respectivamente).

De acuerdo a Lenhmkuhler (2003) los terneros castrados al destete, aproximadamente a los siete meses de edad, ya sea quirúrgicamente o con elastrador no mostraron diferencias en el método de la castración con los terneros castrados a las cuatro semanas. En las 2 semanas después de la castración ninguno de los terneros con elastrador tiene temperaturas elevadas, mientras que siete de los terneros castrados con bisturí son tratados con un antibiótico. Esta tendencia se revierte 2 a 4 semanas post-destete en 11 terneros castrados con elastrador que fueron retirados y tratados, mientras que sólo dos de los terneros castrados con bisturí son tratados por infecciones durante este período. Esta observación es importante en lo que respecta a la gestión que ilustra la importancia de la vigilancia de la salud de los terneros castrados y que el método utilizado puede influir en el período de tiempo posterior a la castración.

Según Lenhmkuhler (2003) la utilización del burdizo ha demostrado ser menos estresante que la castración quirúrgica, ya sea con o sin anestésico local según lo indicado por los niveles circulantes de cortisol independientemente del método de la

castración que se utiliza, la meta es reducir al mínimo el estrés y mantener la salud, rendimiento y la eficiencia de los terneros.

2.6. CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal (CC) es una evaluación subjetiva de la cantidad de energía almacenada en forma de grasa y músculo que un animal posee en un momento dado. Los cambios en el mismo constituyen una guía más confiable y práctica que el peso corporal para establecer el estado nutricional del animal y planear las estrategias de manejo a seguir con el fin de minimizar los desórdenes fisiológicos (Frasinelli *et al.*, 2004).

El grado de la CC se asigna visualmente observando la región de la cadera del animal, principalmente el área delimitada por la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática y la base de la cola. Se aprecia así mismo la cantidad de cobertura sobre las vértebras de la espalda. Se compara con un patrón preestablecido con valores numéricos arbitrarios; de este modo se intenta uniformar los criterios de evaluación para que sean comparables en el tiempo y entre personas (Frasinelli *et al.*, 2004).

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, a 34 km de la vía Santo Domingo – Quevedo, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo de los Colorados, parroquia Luz de América, recinto Puerto Ila. Zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T) según Holdridge, ubicación geográfica UTM 683739 y 9945487.



Figura 1. Ubicación de la Hacienda Rancho Ila

3.1.2. Ubicación ecológica

La investigación se ejecutó a una altitud de 234 msnm, temperatura de 24,65 °C, precipitación de 2418,4 mm/año, humedad de 80 %, en un suelo limo arcilloso

3.1.3. Animales y materiales de campo

Se utilizaron 48 bovinos cruce Brahman, ivermectina, vitaminas, vacunas (aftosa, triple), sal mineral, morrales, potreros de *Brachiaria brizantha*, comederos, bebederos, saleros, jeringas, agujas, eterol, piola (cerca eléctrica).

3.1.4. Herramientas

G.P.S, mango metálico, cinta métrica, bomba de mochila, balanza, báscula, energizador eléctrico, aisladores esquineros, manguera aislante, alambre acerado, manillas para puertas.

3.1.5. Materiales de oficina

Equipo de computación, material de papelería.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Diseño experimental

3.2.1.1. Factores a probar

Los factores evaluados fueron:

- El método de castración con tres niveles cualitativos: bisturí, burdizo, elastrador, sin castrar.
- La edad de castración con tres niveles cuantitativos: animales de 8 meses, castrados a los 2 meses de edad; de 14 meses, castrados a los 8 meses de edad; y de 20 meses, castrados a los 14 meses de edad.

Cuadro 1. Factores a probar para la determinación de la edad y métodos óptimos de castración en bovinos cruce Brahman para engorde.

Factores	Niveles	Descripción
Edades de castración	E1	2 meses
	E2	8 meses
	E3	14 meses
Métodos de castración	M1	bisturí
	M2	burdizo
	M3	elastrador
	M4	testigo (sin castrar)

3.2.1.2. Tratamientos que se pusieron a prueba

A continuación se presentan los 12 tratamientos que se generan de la combinación de edades por métodos de castración y se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos a comparar

Tratamiento N°	Código	Descripción
1	E1M1	Terneros de 8 meses de edad castrados a los 2 meses con bisturí
2	E1M2	Terneros de 8 meses de edad castrados a los 2 meses con burdizo
3	E1M3	Terneros de 8 meses de edad castrados a los 2 con elastrador
4	E1M4	Terneros de 8 meses de edad sin castrar
5	E2M1	Toretos de 14 meses de edad castrados a los 8 meses con bisturí
6	E2M2	Toretos de 14 meses de edad castrados a los 8 meses con burdizo
7	E2M3	Toretos de 14 meses de edad castrados a los 8 meses con elastrador
8	E2M4	Toretos de 14 meses de edad sin castrar
9	E3M1	Toretos de 20 meses de edad castrados a los 14 meses con bisturí
10	E3M2	Toretos de 20 meses de edad castrados a los 14 meses con anillo elastrador
11	E3M3	Toretos de 20 meses de edad castrados a los 14 meses con burdizo
12	E3M4	Toretos de 20 meses de edad sin castrar

3.2.1.3. Tipo de diseño

Se empleó un diseño completamente al azar en arreglo factorial A x B, con tres edades diferentes y cuatro métodos de castración, con medida repetida en el tiempo para peso vivo y condición corporal.

3.2.1.4. Observaciones

Cada bovino representó una unidad experimental asignada al azar. Cada tratamiento tuvo cuatro observaciones (animales).

3.2.1.5. Características de la unidad experimental

Las unidades experimentales fueron animales cruce Brahman, con edades de 8, 14 y 20 meses; los cuales fueron castrados a los 2, 8 y 14 meses, respectivamente.

3.2.2. Análisis estadístico

3.2.2.1. Esquema de análisis de varianza

En los Cuadros 3 y 4 se presenta el esquema del análisis de varianza para la investigación “Efecto de la castración sobre parámetros de crecimiento en bovinos cruce *Brahman*, bajo sistema de pastoreo intensivo”.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza para evaluar la ganancia diaria de peso

Fuentes de variación	Grados de libertad
Edades de castración (E)	2
Métodos de castración (M)	3
E x M	6
Error	36
Total	47

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza para evaluar la ganancia diaria de peso en las diferentes fechas de pesaje

Fuentes de variación	Grados de libertad
Edad (E)	2
Días de engorde (D)	9
E x D	18
Métodos (M)	3
M x E	6
M x D	27
M x D x E	54
Error	360
Total	479

3.2.2.2. Coeficiente de variación

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

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} 100$$

Donde:

- CV = Coeficiente de variación, %
- CMe = Cuadrado medio del error experimental
- \bar{X} = Media general del experimento

3.2.2.3. Análisis funcional

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

3.2.3. Costo de los tratamientos

Se aplicó la metodología de los presupuestos parciales para calcular el método de castración más rentable en animales de 14 meses de castrados, porque únicamente estos animales estaban listos para el faenamamiento.

3.2.4. Variables medidas

Las variables a medir en la investigación fueron:

- La ganancia diaria de peso (GDP): Esto se realizó mediante el cálculo del incremento de peso promedio diario en kilogramos, utilizando los pesos del día 1 y 189 de la segunda fases de engorde, calculado de la siguiente manera:

$$GDP = \frac{Pesofinal - pesoinicial}{189 \text{ días}}$$

- Peso vivo (PV): Los animales fueron pesados en una báscula cada 21 días durante los seis meses de la investigación.

- La condición corporal (CC): Permitió determinar de manera subjetiva el estado nutricional del ganado (reservas corporales de grasa y músculo), mediante la apreciación visual, cronológica lateral y posterior del animal. A dicha visualización se aplicó una valoración numérica de acuerdo al patrón establecido en la escala Lowman, detallada a en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Puntuación de la condición corporal (Lowman *et al.*, 1976).

Puntuación	Detalle
Punto 0:	El animal está depauperado. No se aprecia al tacto tejido graso alguno alrededor de las vértebras lumbares, cuyas apófisis espinosas emergen prominentes sobre el lomo y se muestran, igual que las apófisis transversas, muy puntiagudas.
Punto 1:	Las apófisis transversas siguen distinguiéndose fácilmente al tacto y mostrándose puntiagudas. Continúa, aunque en menor grado, el aspecto prominente de las apófisis espinosas.
Punto 2:	Las apófisis transversas pueden aún detectarse por palpación, aunque no tan claramente al estar recubiertas por una delgada capa de grasa, que explica el cambio de un contorno puntiagudo a otro más redondeado.
Punto 3:	Las apófisis transversas sólo pueden apreciarse con una fuerte presión. Se palpa una ligera capa de grasa subcutánea alrededor de la base de la cola.
Punto 4:	Las apófisis transversas no se notan siquiera con una fuerte presión. La capa de grasa alrededor del nacimiento de la cola se encuentra engrosada, adquiriendo incluso un cierto relieve.
Punto 5:	La estructura ósea del animal no es detectable en absoluto. La base de la cola está prácticamente embutida en grasa.

3.2.5. Métodos para el manejo de la investigación

3.2.5.1. Metodología para manejar los animales

La investigación se realizó en la época seca, la cual tuvo un tiempo de duración de seis meses y consistió en el engorde de toretes cruce Brahman bajo un sistema de pastoreo intensivo rotacional diario en 11 hectáreas (45 cuarteles de 2500 m²) de potreros, donde la especie forrajera en producción fue *Brachiaria brizantha* M.

Se manejó 16 bovinos por cada edad de castración, es decir a los 2, 8 y 14 meses, castrados con los métodos burdizo, elastrador, bisturí y sin castrar. Los semovientes fueron llevados a la báscula para ser pesados cada 21 días durante los seis meses de la investigación.

Se realizó las siguientes actividades de manejo sanitario: desparasitación interna y externa, vacunación contra la fiebre aftosa, aplicación de vacuna triple que es específicamente para el carbunco asintomático, edema maligno y septicemia hemorrágica, se les aplicó vitaminas (AD₃E).

3.2.5.2. Metodología para determinar el tratamiento más rentable

Se analizaron los costos de materiales y mano de obra para castrar, recuperación de los animales en potrero y efectividad de los métodos.

3.2.5.3. Metodología para difundir los resultados

La exposición de resultados es a través del repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Ejército, y la publicación de un poster en el congreso de ciencia y tecnología de la ESPE.

IV. RESULTADOS

4.1. GANANCIA DIARIA DE PESO

A continuación se presenta el Cuadro 6 con el análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

Cuadro 6. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso con relación a la edad y al método de castración

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor P
Método (M)	3	0,02675	0,0327
Edad (E)	2	0,11232	<0,0001
M x E	6	0,00660	0,5737
Error	36	0,00821	
Total	47		

La edad ($P < 0,0001$) y método ($P = 0,0327$) de castración independientemente entre sí produjeron GDP diferentes en los animales. No hubo interacción ($P = 0,5737$) entre los métodos y edades de castración para la GDP. El coeficiente de variación (CV) fue de 18,50 %, que indica confiabilidad en los datos reportados.

Los animales que fueron castrados a los 2 meses de edad tuvieron GDP aproximadamente 25% ($P = 0,003$) y 30% ($P < 0,001$) menor que los que fueron castrados 8 y 14 meses respectivamente (Figura 2). La tasa de GDP de los animales castrados a los 8 meses no fue distinta que los castrados a los 14 meses ($P = 0,4539$). Los animales castrados a los 8 y 14 meses de edad tuvieron mayor GDP que los castrados a los 2 meses porque tienen más edad.

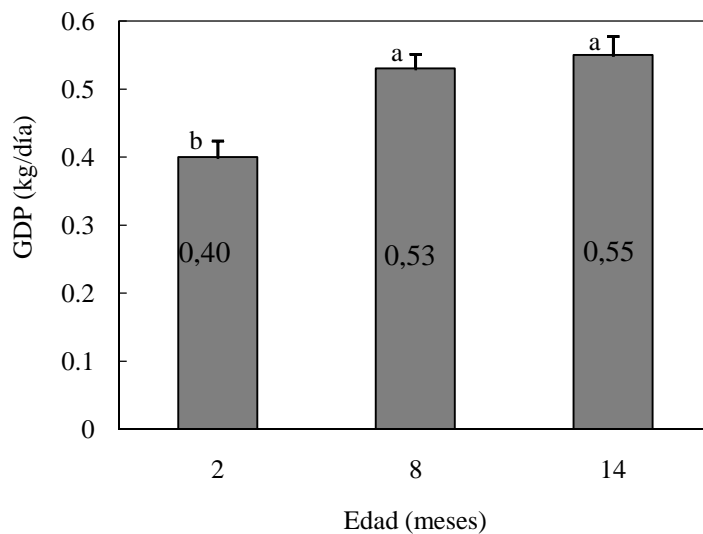


Figura 2. Análisis de la ganancia de peso diaria, GDP, kg/día, de acuerdo a la edad de castración

Los animales castrados con el bisturí tuvieron aproximadamente 20 % menos GDP que los animales castrados con burdizo ($P = 0,0040$) y los no castrados ($P = 0,0048$), pero no tuvieron distinta GDP respecto a los castrados con elastrador ($P = 0,0582$). No hubieron diferencias en GDP entre los animales castrados con burdizo ($P = 0,2710$) y elastrador ($P = 0,3022$) frente a los no castrados (Figura 3).

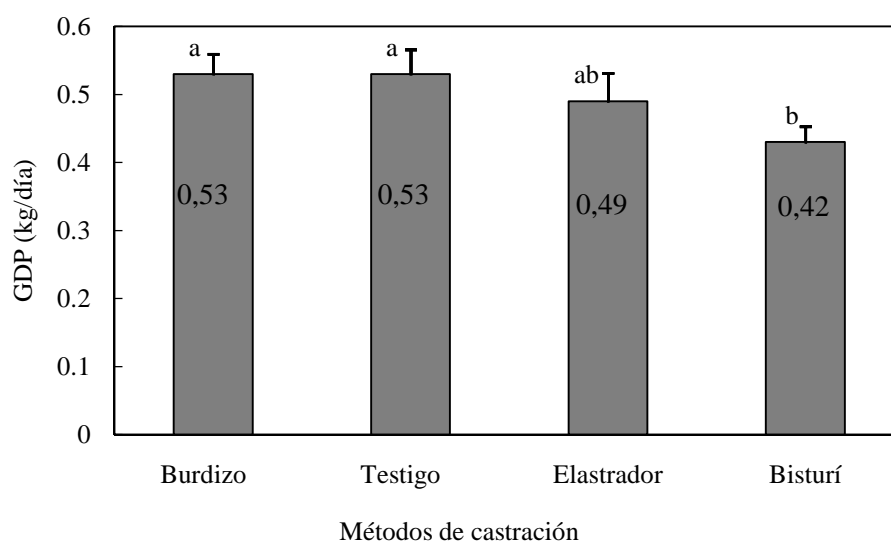


Figura 3. Análisis de la ganancia diaria de peso, GDP, kg/día, según el método de castración

4.2. PESO VIVO

A continuación se presenta el Cuadro 7 con el análisis de varianza para la variable peso vivo (PV).

Cuadro 7. Análisis de varianza del peso vivo de los animales

Fuente de variación	Grados de libertad	$P > F$
Edad (E)	2	<0,0001
Días de engorde (D)	9	<0,0001
E x D	18	<0,0001
Método (M)	3	0,0032
E x M	6	0,2286
M x D	27	0,0095
E x M x D	54	0,1199

En el análisis de varianza correspondiente a la evolución del PV de los animales se observa lo siguiente: el efecto del método de castración cambia conforme se incrementan los días de engorde ($M \times D P = 0,0095$). El efecto de la edad de castración depende de los días de engorde ($E \times D P < 0,001$). Por lo tanto, no se pueden evaluar los efectos de la edad o del método por separado. En cuanto a la interacción de la edad de castración con el método de castración no fue significativa ($E \times M P = 0,2286$). No hubo interacción triple entre la edad el método y el día ($E \times M \times D P = 0,1199$).

El comportamiento del PV de los animales por efecto de los métodos de castración se indica en la Figura 4.

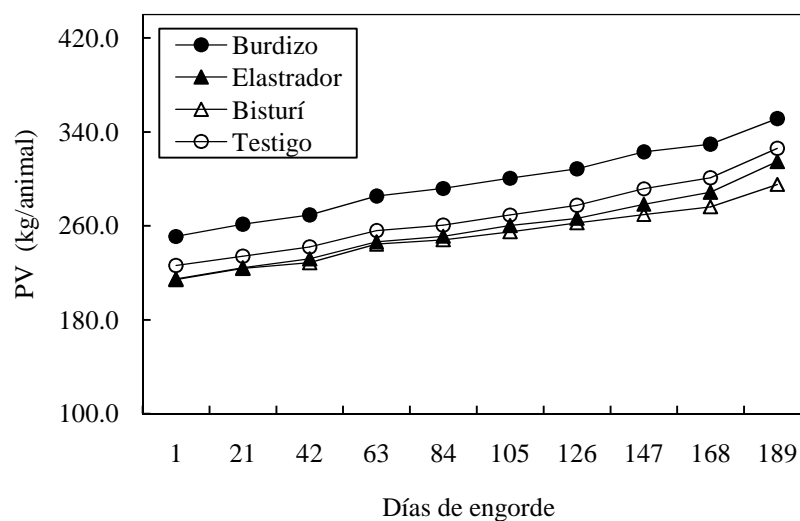


Figura 4. Análisis del peso vivo en relación al método de castración en los días de engorde

Al inicio de la investigación (día 1) se observó que los animales castrados con el burdizo tuvieron un PV de 251,0 kg/animal, siendo aproximadamente mayor en un

10, 14 y 15 % que los animales sin castrar ($P = 0,0471$), castrados con elastrador ($P = 0,0040$) y con bisturí ($P = 0,0034$), respectivamente. Los animales sin castrar, los castrados con elastrador y bisturí tuvieron PV iguales ($P > 0,05$) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diferencias mínimas significativas del peso vivo (kg/animal) en relación al método de castración al día 1 (inicio), 84 (intermedio) y 186 (final) de la investigación

Día de engorde	Métodos de castración			
	Burdizo	Testigo	Elastrador	Bisturí
1	251,0 Ca	226,1 Cb	214,8 Cb	214,1 Cb
84	291,9 Ba	260,4 Bb	251,0 Bb	248,1 Bb
189	351,3 Aa	325,8 Ab	314,7 Abc	295,3 Ac

Las letras minúsculas indican diferencias entre métodos de castración dentro de un día específico; las mayúsculas, entre días de engorde dentro de un método específico.

En la etapa media de la investigación (día 84) se observó que los animales castrados con el método burdizo tuvieron un PV de 291,9 kg/animal, siendo aproximadamente mayor en 11, 14 y 15 % que los animales sin castrar ($P = 0,0122$), los animales castrados con el método elastrador ($P = 0,0012$) y con el bisturí ($P = 0,0005$), respectivamente. Los animales sin castrar, los castrados con elastrador y los castrados con bisturí tuvieron PV iguales ($P > 0,05$) (Cuadro 8).

En el día 189 de engorde se observó que los animales castrados con el método burdizo tuvieron un PV de 351,3 kg/animal, siendo mayor en 7, 10 y 16 % que los animales sin castrar ($P = 0,0428$), los animales castrados con el método elastrador ($P = 0,0005$) y con el bisturí ($P < 0,0001$), respectivamente. Los animales castrados con elastrador tuvieron similar peso a los no castrados y castrados con bisturí ($P > 0,05$).

Los castrados con bisturí tuvieron aproximadamente 10 % menor PV que los no castrados.

El comportamiento del PV de los animales por efecto de las edades de castración se indica en la Figura 5.

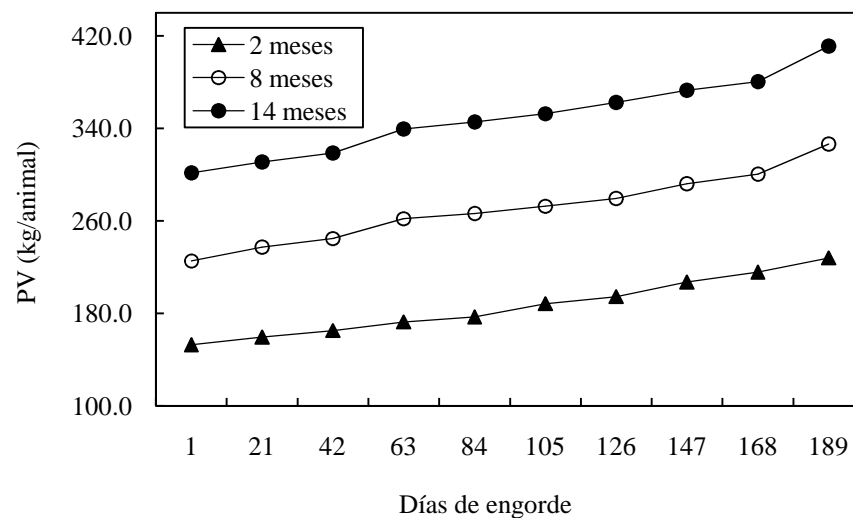


Figura 5. Análisis del peso vivo en relación a la edad de castración en los días de engorde

De acuerdo al efecto de la edad durante los días de engorde se observó que el peso vivo de los animales castrados a los 14 meses en el día 1 fue de 301,3 kg/animal, mayor ($P < 0,0001$) en 25 y 32 % que el PV de los animales castrados a los 8 y 2 meses, respectivamente. En el día 84 el PV de los animales que iniciaron el ensayo con 14 meses de edad fue mayor ($P < 0,0001$) en 23 y 34 %, que los castrados a los 8 y 2 meses de edad. En el día 189 de engorde el PV fue mayor ($P < 0,0001$) en los animales castrados a los 14 meses de edad con 21 % a los castrados a los 8 meses y con 30 % a los castrados a los 2 meses (Cuadro 9).

Cuadro 9. Diferencias mínimas significativas entre los promedios de peso vivo (kg/animal) en relación a la edad de castración al día 1 (inicio), 84 (intermedio) y 186 (final) de la investigación

Día de engorde	Edad de castración		
	2 meses	8 meses	14 meses
1	152,7 Cc	225,4 Cb	301,3 Ca
84	176,8 Bc	266,3 Bb	345,5 Ba
189	227,9 Ac	326,4 Ab	411,0 Aa

Las letras minúsculas indican diferencias entre edades de castración dentro de un día específico; las mayúsculas, diferencias entre días de engorde dentro de una edad específica.

4.3. CONDICIÓN CORPORAL

A continuación se presenta el Cuadro 10 con el análisis de varianza para la variable condición corporal (CC).

Cuadro 10. Análisis de varianza de la condición corporal

Fuente de variación	Grados de libertad	$P > F$
Edad	2	<0,0001
Día	9	<0,0001
Edad x Día	18	<0,0001
Método	3	<0,0001
Edad x Método	6	<0,0001
Método x Día	27	0,0012
Edad x Método x Día	54	0,0188

En el análisis de varianza de la CC se observó que el efecto de la edad de castración depende del método de castración ($E \times M P < 0,0001$). En la interacción sobre la CC del método de castración con el día de engorde fue significativo ($M \times D P = 0,0012$). En la interacción sobre la CC de la edad de castración con el día de engorde fue significativo ($E \times D P < 0,001$). Hubo una interacción triple entre la edad de castración, el método de castración y el día de engorde ($E \times M \times D P = 0,0188$).

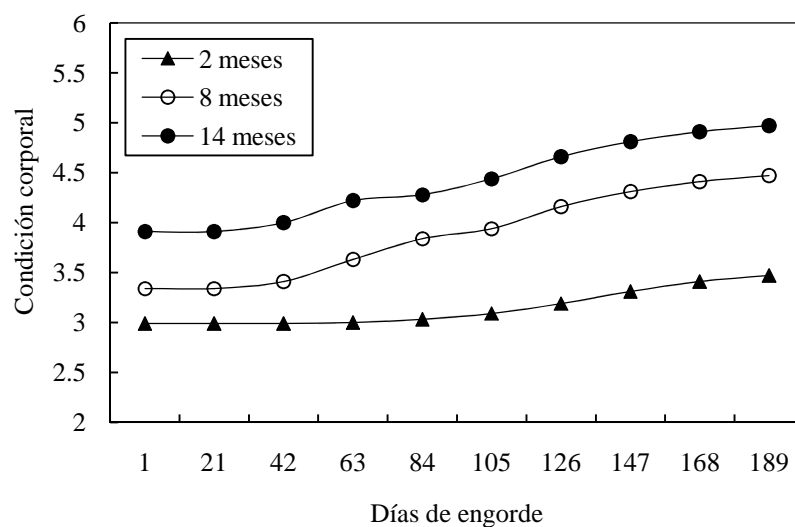


Figura 6. Análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre edad de castración y días de engorde

La CC en el inicio de la toma de datos a los 6 meses de la castración (día 1) de los animales castrados a los 2 meses de edad fue 11 % menor que la de los animales castrados a los 8 meses de edad y estos a su vez tuvieron 14 % menor CC que los castrados a los 14 meses (Cuadro 11).

Cuadro 11. Diferencias mínimas significativas de la condición corporal de acuerdo a la edad de castración al inicio y al final del engorde

Día de engorde	Edad de castración		
	2 meses	8 meses	14 meses
1	3,0 Bc	3,3 Bb	3,9 Ba
189	3,5 Ac	4,5 Ab	5,0 Aa

Las letras minúsculas indican diferencias entre edades de castración dentro de un día específico; las mayúsculas, diferencias entre días de engorde dentro de una edad específica.

Se observó al finalizar la investigación (día 189), que la CC en todas las edades aumentó significativamente, y se mantiene el mismo orden que al inicio, es

decir que los animales castrados a los 14 meses presentaron mayor (11%) CC que los animales castrados a los ocho meses y los castrados a los ocho meses mayor (29%) que los animales castrados a los dos meses de edad (Cuadro 11).

La CC de los animales castrados a los dos, ocho y 14 meses de edad fue 16, 34, 27% respectivamente mayor al final de la investigación (día 189) comparada con la CC al inicio de la investigación (Cuadro 11).

La CC en el inicio de la toma de datos los animales castrados con burdizo fue 9 % mayor que la de los animales castrados con elastrador, bisturí y los no castrados. Al final de la investigación (día 189) no se observaron diferencias en CC entre los animales castrados y no castrados independientemente del método utilizado (Cuadro 12).

Cuadro 12. Diferencias mínimas significativas del análisis de la condición corporal de acuerdo al método de castración al inicio y final del ensayo.

Día de engorde	Método de castración			
	Burdizo	Elastrador	Bisturí	Testigo
1	3,6 Ba	3,3 Bb	3,3 Bb	3,3 Bb
189	4,3 Aa	4,3 Aa	4,2 Aa	4,3 Aa

Las letras minúsculas indican diferencias entre métodos de castración dentro de un día específico; las mayúsculas, diferencias entre días de engorde dentro de un método específico.

Al finalizar la investigación (día 189) se observa que la CC aumentó en relación al inicio de la investigación (día 1) en los animales castrados con burdizo (19 %), elastrador (30 %), bisturí (26%), testigo (30 %) (Cuadro 12).

En la Figura 7 se observa la evolución de la CC de la interacción de los días de engorde con los métodos de castración.

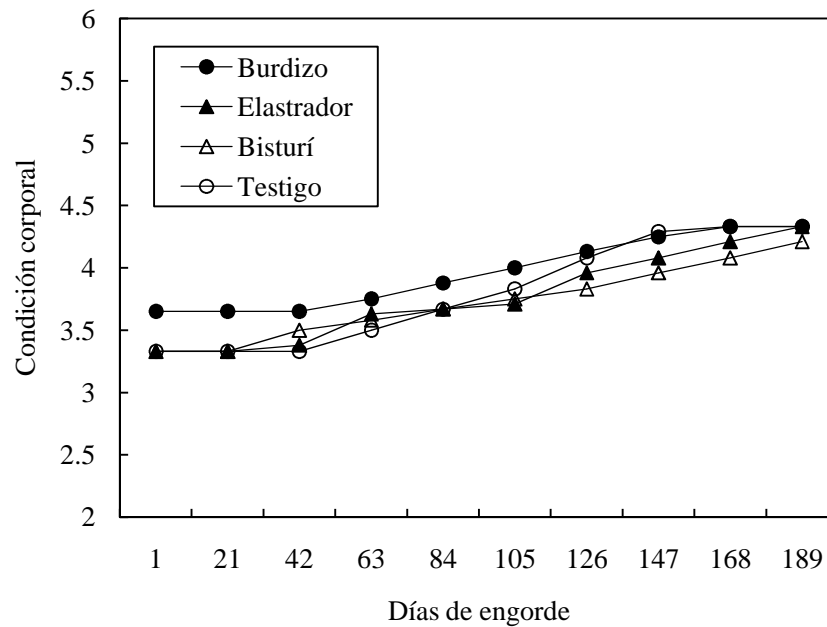


Figura 7. Análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre los métodos de castración y días de engorde

En la Figura 8 se presenta el análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre los métodos y edades de castración.

En la interacción entre la edad de castración con el método de castración se observó que los animales sin castrar presentaron 3 % más de CC que los animales castrados con burdizo, elastrador y bisturí respectivamente a los 2 meses de castración (Cuadro 13).

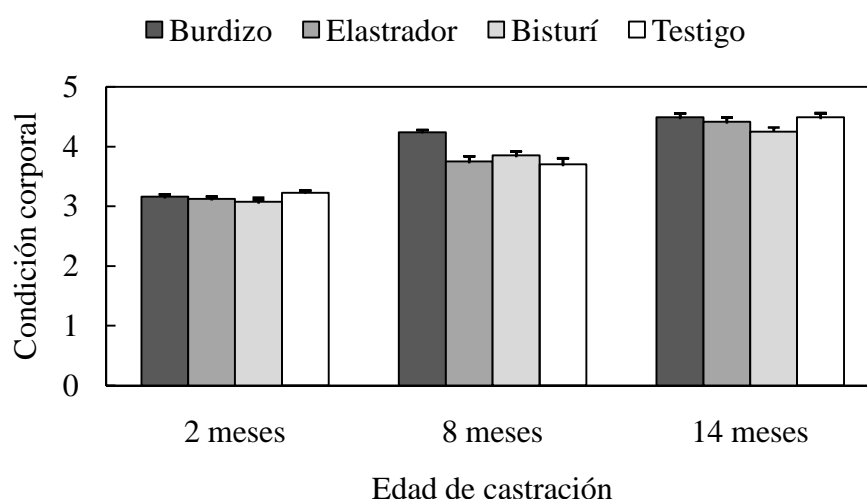


Figura 8. Análisis de la condición corporal en relación a la interacción entre los métodos y edades de castración

En los animales que iniciaron con ocho meses de edad se observó que la CC en los animales castrados con el método burdizo fue mayor en un 13 % respecto a elastrador, 10 % respecto a los castrados con bisturí y 15 % respecto al testigo. La CC de los animales castrados con método del bisturí fue ligeramente mayor que la de los animales enteros, pero similar a los de los animales castrados con elastrador, mientras que la CC de los animales castrados con elastrador fue similar a la de los no castrados (Cuadro 13).

Cuadro 13. Diferencias mínimas significativas de la condición corporal de acuerdo a la edad de castración y su interacción con el método de castración.

Método de castración	Edad de castración		
	2 meses	8 meses	14 meses
Burdizo	3,2 Cb	4,2 Ba	4,5 Aa
Elastrador	3,1 Cb	3,8 Bbc	4,4 Aa
Bisturí	3,1 Cb	3,9 Bb	4,3 Ab
Testigo	3,2 Ca	3,7 Bc	4,5 Aa

Las letras minúsculas indican diferencias entre métodos de castración dentro de un día específico; las mayúsculas, entre días de engorde dentro de un método específico.

La CC en los animales castrados a los 14 meses de edad, con el método del bisturí fue menor en un 5 % en relación a los métodos burdizo y testigo, y elastrador. No se observaron diferencias entre los animales no castrados, los castrados con elastrador y burdizo (Cuadro 13).

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Los animales castrados con burdizo (residuo = 2309,06) y los no castrados (residuo = 2246,54) a los 14 meses de edad tuvieron la mayor rentabilidad; sin embargo, los animales castrados con burdizo tuvieron una tasa marginal de retorno (TMR) de 592,46 %, que supera la TMR de 80 %; por tanto, la mayor rentabilidad se obtuvo al castrar con burdizo animales de 14 meses de edad (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis económico por el método de los presupuestos parciales para el peso vivo de animales castrados a los 14 meses de edad con el 80 % de TMR y precio de venta a 1,32 \$/kg de carne

Concepto (\$/tratamiento)	Métodos de castración			
	Burdizo	Elastrador	Bisturí	Testigo
Costos que varían	24,72	27,52	38,727	12,52
Peso vivo	1783,00	1606,00	1468,00	1719,00
Beneficios netos	2353,56	2119,92	1937,76	2269,08
Retorno requerido	19,78	22,02	30,98	10,02
Residuos	2309,06	2070,38	1868,06	2246,54
Dominancia	ND	D	D	ND
TMR (%)	592,46	-	-	-

V. DISCUSIÓN

Con esta fase se concluye la investigación sobre el efecto de métodos de castración en el peso vivo, condición corporal y rentabilidad de bovinos castrados a diferentes edades y engordados por un año. Los animales fueron castrados en la primera fase (Viracocha, 2011) y en esta fase se continuó con la evaluación que duró desde los 6 hasta los 12,3 meses después de la castración.

5.1. GANANCIA DIARIA DE PESO

5.1.1. Efecto de la edad

Los animales castrados a los 2 meses de edad tuvieron una GDP menor que los castrados a los 8 y 14 meses. Hernández (1882) obtuvo resultados iguales y manifiesta que los animales de poca edad sufren con la operación y pierden fuerzas para su desarrollo. Además, menciona que los animales se desarrollan con el cuero delgado y habría poca producción de carne para el mercado; la última característica sería poco favorable. Los animales castrados a los 8 meses y 14 meses de edad tuvieron similar tasa de ganancia porque los animales de 8 meses de edad al inicio de la segunda fase de esta investigación tenían 1,5 años de edad; por tanto, ya pasaron el periodo de destete y el estrés.

5.1.2. Efecto del método

Lane *et al.* (2009), menciona a los métodos burdizo, elastrador y bisturí como los métodos de castración. Anderson (2007) manifiesta que la castración quirúrgica es el método más seguro porque los testículos son removidos completamente y se puede aplicar a cualquier edad; sin embargo, la castración con bisturí de animales a cualquier edad produce más sangrado y estrés que al castrar con los otros métodos, lo que concuerda con los resultados de esta investigación porque los animales castrados con el bisturí presentaron una ganancia diaria de peso 20 % menor que al castrarlos con burdizo y no castrarlos.

Al igual que los trabajos de Morgan *et al.* (1993), Knight *et al.* (1999), Mach *et al.* (2010) en este experimento los animales castrados con burdizo no tuvieron distinta tasa de ganancia que los animales enteros.

5.2. PESO VIVO

5.2.1. Efecto del método y el día de engorde

El mayor peso vivo al inicio, fase intermedia y final de la investigación se obtuvo al castrar con burdizo, lo contrario a lo manifestado por Castro (1970) que indica que el peso vivo de animales sin castrar fue mayor que los animales castrados con burdizo durante un año de pastoreo. Los mayores pesos vivos obtenidos en esta

investigación se deberían a que los animales castrados acumularon más masa muscular en las piernas traseras por ausencia de la testosterona (Morais *et al.*, 1993).

5.2.2. Efecto de la edad y el día de engorde

El mayor peso vivo con los animales castrados a los 14 meses de edad, seguidos por los castrados a los 8 meses, finalmente castrados a los 2 meses de edad. Estos resultados se deben a que existió una estabilidad en las hormonas de crecimiento.

5.3. CONDICIÓN CORPORAL

5.3.1. Efecto del método y el día de engorde

Los animales castrados con burdizo y los no castrados tuvieron las mayores condiciones corporales durante los días de engorde. Debido a que la condición corporal es una estimación visual del peso vivo las observaciones obtenidas de las condiciones corporales concuerdan con el peso vivo de los animales castrados con el mismo método.

5.3.2. Efecto de la edad y el día de engorde

Las mayores condiciones corporales durante los días de engorde se obtuvieron con animales castrados a los 14 meses de edad. Estas observaciones se relacionaron con los mayores pesos vivos para animales de la misma edad.

5.3.3. Efecto del método y edad de castración

Los animales castrados a los 14 meses de edad tuvieron mayor CC al finalizar la investigación, que los animales castrados a los 2 y 8 meses de edad, porque los terneros a los 6 o 7 meses de edad incrementan la secreción de testosterona, epistestoterona (metabolito de la testosterona) y del andrógeno precursor dehidroepiandrosterona, asociado al aumento de la IGF-1 (factor de crecimiento insulineico-1) hasta llegar a un máximo en la pubertad (Amann y Walker, 1983).

De igual manera, los animales castrados con burdizo presentaron mayor CC que los castrados con elastrador, bisturí y los testigos.

VI. CONCLUSIONES

Con esta fase se concluye la investigación sobre el efecto de métodos de castración en el peso vivo, condición corporal y rentabilidad de bovinos castrados a diferentes edades y engordados por un año. Estas conclusiones son para la segunda fase de investigación, desde los 6 hasta los 12,3 meses después de la castración.

- Los métodos y edades de castración influyeron únicamente en la condición corporal; mas no en la ganancia diaria de peso y el peso vivo, pero estos fueron influenciados independientemente por los métodos y edades de castración.
- Las mayores ganancias diarias de peso se obtuvieron al castrar animales con el método burdizo y con animales castrados a los 8 y 14 meses de edad.
- Los mayores pesos vivos se obtuvieron al castrar animales con el método burdizo y con animales castrados a los 14 meses de edad desde el inicio hasta finalizar los días de engorde.
- Las mayores condiciones corporales se obtuvieron en animales castrados a los 14 meses de edad castrados con cualquier método, durante los días de engorde.
- Las condiciones corporales fueron iguales con los métodos de castración al finalizar el engorde.
- La castración con burdizo y los animales sin castrar a los 2, 8 y 14 meses de edad presentaron las mayores condiciones corporales.

- En cuanto a la rentabilidad, se obtuvo mayor ganancia al castrar animales con el método burdizo a los 14 meses de edad.

VII. RECOMENDACIONES

Para engordar bovinos por un año después de la castración se recomienda castrar a los animales con burdizo a los 8 o 14 meses de edad para obtener los mayores pesos vivos, condiciones corporales y para obtener la mayor rentabilidad se recomienda castrar con burdizo a los animales de 14 meses de edad.

VIII. RESUMEN

Este experimento fue la segunda fase de evaluación del efecto de los métodos y edades de castración en toretes. Se realizó durante la época seca en la zona de Santo Domingo, Ecuador. Se continuó con la evaluación del efecto de los siguientes métodos de castración: burdizo, elastrador, bisturí y sin castrar en animales de 2, 8 y 14 meses de edad. Se midió la ganancia diaria de peso, el peso vivo y la condición corporal cada 21 días. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial con cuatro repeticiones para determinar el efecto de los métodos y edades de castración en la ganancia diaria de peso, y un diseño completamente al azar en arreglo factorial con observaciones repetidas en el tiempo para determinar el efecto del tiempo, los métodos y edades de castración en el peso vivo y la condición corporal. Se utilizó la diferencia mínima significativa $\alpha= 0,05$ para la separación de medias. La mayor ganancia diaria de peso se obtuvo con los animales castrados a los 8 y 14 meses de edad, y en los castrados con burdizo y los no castrados. Los animales castrados con burdizo y los castrados a los 14 meses de edad obtuvieron los mayores pesos vivos al final de la investigación (día 189). En animales de 2 meses de edad sin castrar se observó la mayor condición corporal. En animales castrados con burdizo a los 14 meses de edad se observó la mayor condición corporal.

La mayor rentabilidad se obtuvo en animales castrados con burdizo a los 14 meses de edad.

IX. SUMMARY

This experiment was the second phase of evaluation of the effect of age and method of castration in bulls. It was conducted during the dry season in the area of Santo Domingo, Ecuador. Continued evaluation of the effect of the following methods of castration: burdizo, elastrator, scalpel and unneutered animals of 2, 8 and 14 months old. It was measured daily gain, live weight and body condition every 21 days. It was used a completely randomized design in factorial arrangement with four replications to determine the effect of age and method of castration on daily weight gain, and a completely randomized design in factorial arrangement with repeated observations over time to determine the effect time, methods and age of castration on body weight and body condition. It was used the least significant difference $\alpha = 0.05$ for mean separation. The biggest daily gain was obtained with castrated animals at 8 and 14 months of age, and in castrated and non-castrated burdizo. Burdizo castrated animals and geldings at 14 months of age were the largest live weights at the end of the study (day 189). In animals aged 2 months was observed uncastrated greater body condition. In castrated animals with burdizo at 14 months of age was observed as body condition.

The improved profitability was obtained with burdizo castrated animals at 14 months of age.

X. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, N. 2007. Castración de terneros. Ministerio de Agricultura, Ontario, Canadá. OMAFRA <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/07-029.htm>(consultado 2011-01-03).
- ARAUJO, M., G. ACEVES, L. LUNA. 2003. Comparación de tres técnicas de castración para evaluar la ganancia de peso corporal en becerros de la raza Holslein Friesian en el Valle del Yaqui. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos <http://www.ammeb.net> (consultado 2012-28-05).
- BAVERA, G. *et al.* 2002. Cursos de Producción Bovina de Carne, F.A.V. UNRC. www.produccion-animal.com.ar (consultado 2012-28-05).
- BAVERA, G. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. Control hormonal del crecimiento. Curso de Producción Bovina de carne. http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/exterio/05crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf (consultado 2012-28-05).
- BAVERA, G., Y C. PEÑAFORT. 2006. Castración de machos y hembras. Métodos de castración en machos. Curso de Producción Bovina de carne http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/40castracion_de_machos_y_hembras.pdf (consultado 2011-10-01).
- CARRILLO, J. *et al.* 1991. Anulación de la capacidad reproductiva en terneros: 1. Comparación de dos métodos físicos de castración. INTA www.produccion

animal.com.ar/.../14comparacion_dos_metodos_fisicos_de_castracion
(consultado 2011-10-01).

CHÁVEZ, J.E. 2002. Manual para el manejo de los pastos tropicales en el Ecuador.

CEBA. 2006. Brachiaria brizantha. Ficha Técnica. CEBA
<http://www.ceba.com.co/cebawewe.htm> (consultado 2011-10-01).

ENSMINGER, M.E. 2006. Manual del ganadero. Editorial El Ateneo.

ESPE. Repositorio. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1191/7/T-ESPE021525.pdf> (consultado 2012-09-02).

FRASINELLI, A., H. Casagrande, y J. Veneciano. 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. INTA
http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/Pub_Biblio/Inf.Tecn.%20168%20-%20Condicion%20Corporal.pdf (consultado 2012-09-02).

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

HERNÁNDEZ, J. 1882. Instrucción del Estanciero: Castración de machos y Hembras.

LENHMKUHLER, J. 2003. La castración de terneros de carne: antes o después. Universidad de Wisconsin-Madison www.uwex.edu/ces/animalscience/beef/documents/2003.castrationofbeefcalves.pdf. (consultado 2012-01-29).

- LANE, C., R. POWELL, B. WHITE, Y S. GLASS S.F. 2009. Castration of Beef Calves. University of Tennessee. Extension SP692. <http://utextension.tennessee.edu/publications/spfiles/SP692.pdf> (consultado 2012-01-29).
- MACH, S.F.*et al.* 2010. Efecto de la castración en terneros; rendimiento productivo y calidad de la canal y la carne. Barcelona-España-IRTA. www.fao.org/teca/system/files/Métodos%20de%20castración.pdf (consultado 2012-01-29).
- 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.
- MORAIS, C., C. FONTES, R. LANA, J. JOARE, A. QUIEROZ, Y A. CASTRO. 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* 22(1):72- 80.
- MORGAN, J.B., J.W. SAVELL, D.S. HALE, R.K. MILLER, D.B. GRIFFIN, H.R. CROSS Y S.D. SHACKELFORD. 1991. Proyecto de edades de castración. <http://www.difusionganadera.com/web/2010/12/nueva-categoria-de-animales-para-faena-machos-enteros-jovenes-mej/> (consultado 2012-06-29).
- SILVA, C., M. GAMBARINI, R. GUIMARAES, Y K. OLIVEIRA. 2007. Efeito da idade de castração no ganho de peso em bovinos de corte.

Universidad Federal de Goiânia. Escola de Veterinária.
<http://www.unimevgo.com.br/artigo/efeito.htm> (consultado 2012-06-29).

TAYAROL, L. 2008. A genética, a recria e o confinamento. Revista Melhor. Brasil
6: 50-52.

VIRACOCHA M., C. 2011. Edad y método óptimos de castración en bovinos cruce
Brahman para engorde, manejados bajo sistema de pastoreo rotacional diario.
Tesis de Ingeniería. ESPE, Santo Domingo.