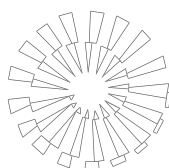


Castración de vacas: Una alternativa para mejorar los sistemas de engorde

Cows castration: An alternative to improve body weight gain systems



Guillermo Edgardo Ashworth* Luis Alberto Poloni* Héctor Fernando Gauna*

Abstract

The aim of this work was to analyze the changes in the increase of body weight, meat-bone-fat relation, carcass weight, fat infiltration in the muscular mass and blood levels of triiodothyroxine induced by ovariectomy. Two different experiments were done in different fields of Argentina, A) young cows, B) old cows. Each experimental group was randomly divided into two groups, ovariectomized and controls, maintained under identical management conditions. Dutto transvaginal technique was applied for the castration. In all experimental groups blood triiodothyroxine hormone, increase of body weight and the cost-benefit treatment relationship were measured. In B, blood progesterone, carcass weight, meat-bone fat relationship and fat infiltration in the muscular mass were also measured. Body weight increase was observed in young castrated cows (A), while no differences were observed between castrated and control old cows (B). In B, a greater carcass weight and a lower fat infiltration in the muscular mass were observed in castrated cows regarding the control ones. Triiodothyroxine increased in castrated cows and the cost-benefit relationship was positive in the two roundups. As conclusion, ovariectomy increases triiodothyroxine values and has a favourable cost-benefit relationship. In young cows, it improves body weight gain and in old cows it improves carcass weight and diminishes fat infiltration in muscular mass.

Key words: CASTRATION, COWS, OVARIECTOMY, TRIIODOTHYROXINE, BODY WEIGHT GAIN, CARCASS WEIGHT.

Resumen

El objetivo del trabajo fue analizar los cambios como el incremento de peso corporal, relación carne-hueso-grasa, peso de la carcasa, infiltración de grasa en la masa muscular y niveles sanguíneos de triyodotiroxina, inducidos por la ovariectomía. Se realizaron dos experimentos diferentes, en distintos campos de Argentina: A) vacas jóvenes y B) vacas viejas. Cada grupo experimental fue dividido al azar en dos, castradas y testigos, mantenidos ambos en idénticas condiciones de manejo. La castración se realizó con la técnica transvaginal de Dutto. En todos los grupos experimentales se midió la hormona triyodotiroxina en sangre, el aumento de peso corporal y la relación costo-beneficio del tratamiento. En B se midió, además, progesterona sanguínea, rendimiento de la canal, relación carne-hueso-grasa e infiltración de grasa en masa muscular. Se observó aumento de la ganancia de peso corporal en vacas castradas jóvenes (A), mientras que no hubo diferencias entre castradas y testigos en vacas viejas (B). En el experimento B hubo mayor rendimiento de la canal, menor infiltración de grasa en la masa muscular en las castradas respecto de las testigo. En todos los experimentos aumentó la triyodotiroxina en las castradas y fue positiva la relación costo-beneficio. En conclusión, la ovariectomía aumenta los valores de triyodotiroxina y tiene una relación costo-beneficio favorable. En vacas jóvenes mejora la ganancia de peso corporal. En vacas viejas mejora el rendimiento de la canal y disminuye la infiltración de grasa en la masa muscular.

Palabras clave: CASTRACIÓN, VACAS, OVARIECTOMÍA, TRIYODOTIROXINA, GANANCIA DE PESO CORPORAL, RENDIMIENTO DE LA CANAL.

Recibido el 1 de agosto de 2005 y aceptado el 20 de abril de 2006.

*Docentes de Fisiología Animal, Departamento de Biología Molecular, Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 8, km 601, 5800, Río Cuarto, Argentina, Telefax: (0358-4676232), correo electrónico: gashworth@exa.unrc.edu.ar

Introduction

If it is intended to enter the Argentine beef consumer international markets, it is convenient to consider the demanding requirements in relation to the product quality, principally those aspects related to beef free of contaminant residues and the adequate management practices for a better animal welfare. There is an increase in the number of people worried about these subjects in Argentina as well as abroad.

The use of management practices that warrant the beef product according to international requirements represents an adequate tool to consider these groups worry and not lose competitiveness in front of another markets.

In relation to the worry about the consumption of contaminated beef, including anabolics use, Argentina could be placed in an important place as a country exporting beef free of these residues. In this sense, dispositions have been issued preventing the use of anabolics in animals for exportation (National Service of Animal Health, SENASA, of the Argentine Republic, Res. SENASA no. 57/87).

Since there is a necessity to intensify the production of the extensive grazing systems to optimize the resources and increase yielding, in order to improve cost-benefit relation, it is necessary to look for some other technical alternatives able to improve fattening systems, without the use of compounds which may release harming residues in beef for consumption.

Years ago, the effects of gonadectomy on beef cattle have shown a considerable economical importance¹ and have also developed a universal interest, though studies related to male castration are especially remarkable.

Ovariectomy is done in several species with different aims: planning for reproduction of female dogs and cats, castration and androgenization of cows to detect heat, sow castration to improve fattening and simplify management. Ovariectomy in bovines (ovx) is performed to induce body weight gain.²

Although the studies related to female castration effects are scarce, specially those related to species destined to the production of meat for human consumption, some works^{3,4} mention changes in castrated female sheep meat. It is well known that ovarian estrogens are important for the growing and maintenance of glands and sexual organs. They are also associated to secondary sexual characteristics and to the percentage between fat and muscle, since a decrease in weight gain and an increase in fat proportion have been found, this is more remarkable in males than in females. Feminization in males is well known but masculinization in females is not so notorious.^{3,4}

In previous works it was found that gonadal ste-

Introducción

Si se pretende acceder a los mercados internacionales consumidores de carne vacuna argentina, es conveniente considerar las exigencias crecientes con respecto a la calidad del producto, principalmente en los aspectos referidos a carnes libres de residuos contaminantes, así como a la utilización de prácticas de manejo adecuadas al bienestar animal. Existe un aumento en el número de grupos preocupados por estos temas, tanto en el exterior como en Argentina.

El uso de prácticas de manejo que garanticen un producto cárnico acorde a las exigencias internacionales representa una herramienta adecuada para contemplar la preocupación de estos grupos y no perder competitividad frente a otros mercados.

Respecto de la preocupación por el consumo de carnes contaminadas, incluyendo el uso de anabólicos, Argentina podría ocupar un lugar importante como país exportador de carnes libres de estos residuos. En este sentido, se han dictado resoluciones que previenen el uso de anabólicos en animales para abasto destinados a la exportación (Servicio Nacional de Sanidad Animal, SENASA, de la República Argentina, Res. SENASA núm. 57/87).

Dada la necesidad de intensificar la producción en los sistemas de pastoreo extensivos para optimizar los recursos y aumentar el rendimiento, con el fin de mejorar la relación costo-beneficio, surge la necesidad de buscar otras alternativas técnicas capaces de mejorar la eficiencia de los sistemas de engorde, sin el uso de compuestos que puedan dejar residuos perjudiciales en la carne para consumo.

Desde hace muchos años, el efecto de la gonadectomía en el ganado para carne tiene interés universal y de considerable importancia económica,¹ aunque se destacan los estudios referidos principalmente a la castración de machos.

La ovariectomía se realiza en varias especies con diferentes objetivos: planificación de la reproducción de perras y gatas, castración y androgenización de vacas para detectar celo, castración de cerdas para mejorar el engorde y simplificar el manejo, ovariectomía en bovinos (ovx) para inducir el aumento de peso corporal.²

Si bien son pocos los estudios referidos a los efectos de la castración en hembras, sobre todo en relación con especies destinadas a la producción de carne para el consumo humano, algunos trabajos^{3,4} mencionan cambios en la composición de la carne en ovejas castradas. Se sabe que los estrógenos ováricos son importantes para el crecimiento y el mantenimiento de las glándulas y los órganos sexuales, también están asociados con características sexuales secundarias,

roids suppression in Wistar rats, females bilaterally ovariectomized (ovx), produced an increase of weight higher than in "sham" rats (simulated surgery), with no significant differences in food consumption, water intake and animal behaviour.⁵

Ovariectomy induces hormonal changes at another level, specially in metabolic hormones such as TRH, T3 and T4.^{6,7}

Ovariectomy in adult cows improves the oxidative processes at the striated muscle and the capillary number; it also produces changes in the meat quality, improves its flavour and the deepness and weight of ribs cage and also the fat cover.⁸

T3 would operate as a proliferate agent in bovine thyroid cells⁹ affecting their growth. Other authors mention the T3 permissive effect on growth in general.¹⁰

The effect that ovariectomy may exert on thyroid hormones is important due to the function that these hormones exert on different metabolic activities. It is known that thyroxine (T4) favours basal metabolism, affects lipid metabolism (lypólisis), facilitates glucose absorption at a cell level mediated by insulin, favours anabolic activities, specially glucogen and protein synthesis together with GH are important for normal growth.¹¹

In this sense, bilateral ovariectomy is considered to generate changes in the animal conformation. Triiodothyroxine (T3) would be involved in these changes.

The aim of this work was to analyze the changes induced by ovariectomy in both, young cows and old cows and to study some parameters such as the weight gain, carcass yield, conformation changes, cost-benefit relation, T3 levels and the castration technique efficiency in regard to the gonadal steroids suppression.

Material and methods

The research was performed in the central area of the Argentine Republic, on fields located among meridians 64° and 65.5° West longitude and parallels 32° and 34° South latitude.

Two different experiments were performed on different fields: A and B with cows eliminated from the breeding roundup (discard). Each experimental group was randomly divided into two and with the same number of animals in each one: castrated (ovx) and not castrated or control (c), and individually identified with ear tags.

Experiment A

Forty eight Hereford cows from the area of General Cabrera (province of Cordoba, Argentina), in which

incluido el porcentaje entre grasa y músculo, ya que se ha encontrado disminución en la ganancia de peso e incremento en la proporción de grasa, ello es más notorio en los machos que en las hembras. La feminización en los machos es bien conocida, pero no es tan notoria la masculinización en las hembras.^{3,4}

En trabajos anteriores se encontró que la supresión de los esteroides gonadales en las ratas Wistar, hembras ovariectomizadas bilateralmente (ovx), produjo mayor incremento de peso que en las ratas "sham" (operación simulada), sin diferencias significativas en el consumo de alimento, la ingesta de agua y el comportamiento animal.⁵

La ovariectomía induce cambios hormonales a otro nivel, sobre todo en hormonas metabólicas, como TRH, T3 y T4.^{6,7}

La ovariectomía en vacas adultas mejora los procesos oxidativos a nivel del músculo estriado y el número de capilares, también produce cambios en la calidad de la carne, mejora su sabor, la profundidad y el peso del costillar y el espesor del manto de grasa.⁸

La T3 operaría como un agente proliferante en las células tiroideas bovinas⁹ que afecta su crecimiento, en tanto que otros mencionan el efecto permisivo de la T3 sobre el crecimiento en general.¹⁰

Es importante el efecto que puede tener la ovariectomía sobre las hormonas tiroideas, dada la función que éstas ejercen sobre diferentes actividades metabólicas. Se sabe que la tiroxina (T4) favorece el metabolismo basal, afecta el metabolismo de los lípidos (lipólisis), facilita la absorción de glucosa a nivel celular, mediada por la insulina, favorece las actividades anabólicas, especialmente la síntesis de glucógeno y proteínas, y junto con GH es importante en el crecimiento normal.¹¹

En este contexto, se considera que la ovariectomía bilateral genera cambios en la conformación animal, en los cuales estaría involucrada la triyodotiroxina (T3).

El objetivo de este trabajo fue analizar cambios inducidos por la ovariectomía en vacas jóvenes y en vacas viejas, analizando algunos parámetros, como el aumento de peso, rendimiento de la canal, cambios de conformación, relación costo-beneficio, niveles de T3 y la eficiencia de la técnica de castración, respecto de la supresión de los esteroides gonadales.

Material y métodos

Se trabajó en la zona centro de la República Argentina, en campos ubicados entre los meridianos 64° y 65.5° de longitud Oeste y paralelos 32° y 34° de latitud Sur.

Se realizaron dos experimentos diferentes y en diferentes campos: A y B con vacas eliminadas del

the erosion of incisors teeth was between the first and second evenness stages^{12,13} were fed by direct grazing with rye in a medium vegetative stage supplemented with a grinded ration of alfalfa hay (60%) and maize grain (40%) at the rate of 3 kg per animal a day; both groups (ovx and c) remained together in the same grazing field during experimental period and under the same management conditions and sanitary rules.

Experiment B

Sixty crossbred cows from the area of La Punilla (province of San Luis, Argentina), whose incisors were worn out between the fifth (rest of the tooth or thick root) and the sixth root,^{13,14} were fed with direct natural graze with a wide predominance of *Sorghum halepense* in a medium blossoming stage; both groups (ovx and c) remained mixed on the same grazing field during the experimental period and under the same management conditions and sanitary rules.

Dutto transvaginal technique² was chosen to perform ovariectomy among the different surgical techniques, because it is considered to be a low cost technique, that produces little trauma and leads to a rapid recovery.

Surgery

The cow is restrained into a single file squeeze chute by a trap. Vulvae and perineal areas are hygienized and disinfected with iodinepovidone (diluted 1/100). Vagina is also hygienized and disinfected with iodinepovidone (diluted 1/100) until all vaginal secretion is fully removed. Dutto² expensor is introduced and its neck is strung. The vagina is distended towards the cranial and ventral areas with the expensor, in order to tense the vagina roof and get it far from the rectum to avoid its contact.

A bistoury with a hidden dismountable blade is introduced and a 10 cm longitudinal incision is performed on the vagina roof, beginning the cut from craneal to caudal at about 10 cm from the cervix of the uterus. The expander and bistoury are removed. Dutto's castrator device is introduced, previously armed with rubber bands strung in the nylon ring.

This procedure is repeated with the other ovary. Once the castrator device has been removed an oxi-tetracycline* intravaginal ovule is placed to avoid infectious processes and to accelerate wound recovery.

After seven days of the castration all the roundups were supervised and vaginal tact was practiced in all the surgically treated cows, in order to corroborate the complete recover and cicatrization.

rodeo de cría (descarte). Cada grupo experimental se dividió al azar en dos, con el mismo número de animales cada uno: castradas (ovx) y enteras o testigo (t), e identificadas individualmente con caravanas (aretes).

Experimento A

Cuarenta y ocho vacas Hereford de la zona de General Cabrera (Provincia de Córdoba, Argentina), cuyo desgaste de los incisivos estaba entre la primera y segunda etapas de rasamiento,^{12,13} fueron alimentadas por pastoreo directo con centeno en estado vegetativo medio, complementadas con una ración molida de heno de alfalfa (60%) y grano de maíz (40%) a razón de 3 kg por animal por día; ambos grupos (ovx y t) permanecieron mezclados en el mismo potrero durante el periodo experimental y en las mismas condiciones de manejo y plan sanitario.

Experimento B

Sesenta vacas mestizas en la zona de La Punilla (Provincia de San Luis, Argentina), cuyos incisivos estaban entre la quinta (resto del diente o raigón) y sexta (raíz) etapa de desgaste,^{13,14} fueron alimentadas por pastoreo directo con pastura natural, con amplio predominio de *Sorghum halepense* en estado de floración media; ambos grupos (ovx y t) permanecieron mezclados en el mismo potrero durante el periodo experimental y en las mismas condiciones de manejo y plan sanitario.

Entre las diferentes técnicas quirúrgicas para realizar la ovariectomía, se optó por la técnica transvaginal de Dutto,² por considerarla poco traumatizante, de bajo costo y pronta recuperación.

Operación quirúrgica

Se sujeta la vaca en la manga por intermedio de un cepo. Se higieniza y desinfecta con iodopovidona (dilución 1/100) la zona vulvar y perineal. Se higieniza y desinfecta la vagina con iodopovidona (1/100) hasta limpiar todos los restos de secreción vaginal. Se introduce el expensor de Dutto² y se enhebra su cuello. Se extiende la vagina hacia el área craneal y ventral con el expensor, con el fin de tensar el techo de la vagina y alejarla del recto para evitar incidir en él.

Se introduce un bisturí de hoja oculta desmontable y se realiza una incisión longitudinal de 10 cm, aproximadamente, sobre el techo de la vagina, comenzando la incisión de craneal a caudal a unos 10 cm del cuello del útero. Se retiran el expensor y el bisturí. Se introduce el castrador de Dutto previamente armado con las gomitas enhebradas en el anillo de nailon.

Castration Cost

Surgery total cost, including fees and surgical items, represents six kilogram live weight of "fat cows" category, according to the classification established by the Cattle Livestock National Market of Liniers of the Argentine Republic. This category is taken as a reference, since it will be considered when the animals reach the weight and body conformation for sale.

Experiment A

Castration day was considered the day 0 of the experimental work; weight increase variable was measured. Blood samples were taken by external jugular vein puncture every 30 days, during a period of 60 days, in order to measure T3 plasmatic levels. Each animal was weighed in the morning, after an overnight fasting. Blood samples were collected in test tubes with heparin and refrigerated. In the laboratory, the samples were centrifuged in a centrifuge refrigerated at 4°C** at 3 916 g during 10 min to obtain plasma. Plasma samples were separated, in Eppendorf tubes, into 300 µL aliquots and were frozen at -20° C until their posterior RIA (radio immunoanalysis) analysis.

Hormone analysis

In all cases commercial kits of Coat-A-Count DPC*** were used for hormonal measurements. Samples were analyzed twice and measured by an automatic gamma counter.†

Experiment B

Weight increase variable was measured and blood samples were taken following the same method and treatment as in Experiment A. In this group, T3 levels were analyzed by RIA at day 0, before surgery, and 60 and 120 after it. Progesterone was measured at days 0, 60, 90 and 120 after surgery to corroborate castration efficiency.

Fourteen cows out of sixty that reached the weight and slaughter ending, 7 ovx and 7 c, were taken to the cold storage plant. Carcass yield, carcass yield grade meat-bone-fat relation and fat infiltration into muscular mass were measured.

Carcass yield

Carcass yield refers to the percentage of the sacrificed animal weight (the sum of the two hot halves of the animal) after slaughter (bloodless, without viscera, head, legs, tail, kidneys, kidneys pelvic fat and leather

Se localiza un ovario y se introduce dentro de la vagina para luego estrangular su cordón ovárico con la goma y el anillo de nailon, por medio del castrador; se procede de igual manera con el otro ovario. Retirado el castrador, se coloca un óvulo intravaginal de oxitetraciclina clorhidrato,* para evitar procesos infecciosos y acelerar la recuperación de la herida.

Luego de siete días de la castración, se recorrieron los rodeos y se realizó el tacto vaginal al total de las tratadas quirúrgicamente, con el fin de corroborar la completa recuperación y cicatrización.

Costo de la castración

El costo total de la operación quirúrgica, que incluye honorarios e insumos quirúrgicos, representa seis kilogramos de peso vivo de la categoría "vacas gordas", según la clasificación del mercado nacional concentrador de hacienda de Liniers de la República Argentina. Se toma como referencia esta categoría, pues a ella pertenecerán cuando alcancen el peso y la conformación para la venta.

Experimento A

Se midió la variable aumento de peso, se tomó el día de la castración como día cero del trabajo experimental. Se tomaron muestras de sangre mediante punción de la vena yugular externa cada 30 días, durante un periodo de 60 días, para medir los niveles plasmáticos de T3. Se pesó cada animal por la mañana, con ayuno (desbaste) de 12 h. Las muestras de sangre se recolectaron en tubos de ensayo con heparina y se refrigeraron; al llegar al laboratorio, las muestras fueron centrifugadas en una centrifuga refrigerada a 4°C** a 3 916 g durante 10 minutos, para obtener plasma. Las muestras de plasma se separaron en tubos tipo Eppendorf en alícuotas de 300 µL y se congelaron a -20°C hasta su posterior análisis por RIA (radioinmunoanálisis).

Análisis de hormonas

En todos los casos se utilizaron paquetes comerciales de Coat-A-Count DPC*** para las mediciones hormonales. Las muestras se analizaron por duplicado y se midieron en un contador automático de pozo gama.†

Experimento B

Se midió la variable aumento de peso y se tomaron

*Laboratorios Pizer, Argentina.

**Loguimac, LC-55R, Estados Unidos de América.

***Diagnostic Products Corporations, Estados Unidos de América.

†Wallac 1470, Wizard, Estados Unidos de América.

removal) in relation to the live weight previous to slaughter.¹⁴

Meat-bone-fat relation

This is a method used to perform a technical evaluation of the cow quality; it is the only method that allows knowing deeply the quality of the animal, since by means of dissection, the muscle, fat, bone and tendons are separated with a knife or bistoury. Then they are weighed and this data is related to the total weight, cut or live animal, using, in this case, the partial or indirect method (three steaks block) which is measured in the eye beef of the eleventh rib.¹⁴

Fat infiltration in the muscular mass

This evaluation consisted in the analysis of the fat content in a sample obtained by continuous extraction with solvent (sulphuric ether) in Soxhlet extractor.¹⁵

The sample (10g) was put on the stove to be dried and then placed in the dryer cartridge to perform the extraction. Finally, sulphuric ether was distilled and the fat obtained was weighed to calculate infiltration by weight percentage in regard to the original weight of the sample.

Statistics

The values of the different variables analyzed and that of the hormones of the control animals vs the experimental ones were also analyzed with the software "Statistical" applying a T test for independent variables. $P < 0.05$ was considered a statistical significant value.

Results

Experiment A

Weight increase

During the first 30 days the increase in ovx was higher than in c, 33.62 k (± 2.36) vs 27.90 kg (± 2.32), although the difference was not statistically significant ($P=0.11$). In the second 30 days period there were significant differences in the weight increase ($P = 0.046$) 34.70 (± 2.14) for ovx and 28.05 (± 1.83) kg for c. Considering the total period of 60 days, the differences in weight increase were significant ($P = 0.012$) 68.33 (± 3.16) kg for ovx and 56.40 (± 2.96) kg for c (Figure 1).

Thyroid hormones

There were significant differences in T3 levels at 60 days of the castration. The levels were higher in ovari-

muestras de sangre siguiendo la metodología y tratamiento del experimento A. En este grupo se analizaron por RIA los niveles de T3 a los días 0, antes de la intervención, 60 y 120 (posteriores a ella). Se midió progesterona los días 0, 60, 90 y 120 posteriores a la operación quirúrgica, para corroborar la eficiencia de la castración.

De las sesenta vacas, se llevaron al frigorífico 14 animales que alcanzaron el peso y terminación de faena, 7 ovx y 7 t. Sobre los 14 animales se midió el rendimiento de la canal, relación carne-hueso-grasa e infiltración de grasa en la masa muscular.

Rendimiento de la canal

Se entiende por rendimiento de la canal al porcentaje de peso del animal sacrificado (suma de las dos medias reses calientes) luego de la faena (desangrado, sin vísceras, cabeza, patas, rabo, riñones, grasa pélvica de la riñonada y cuereado), en relación con el peso vivo previo a la faena.¹⁴

Relación carne-hueso-grasa

Éste es un método para la valoración técnica de la calidad de la res; es el único método que permite conocer exhaustivamente la calidad de la res, ya que a través de la disección se separa con cuchillo o bisturí el músculo, la grasa, el hueso y los tendones. Luego se pesan y se relaciona ese dato con el peso total de la res, corte o animal vivo, empleando, en este caso, el método parcial o indirecto (block de tres bifés) que se mide en el ojo de bife de la onceava costilla.¹⁴

Infiltración de grasa en la masa muscular

Consistió en el análisis del contenido graso de una muestra por extracción continua mediante un solvente (éter sulfúrico) en un extractor de Soxhlet.¹⁵

La muestra (10 g) se llevó a la estufa para secarla, luego se colocó en el cartucho secador y se realizó la extracción. Finalmente, se destiló el éter sulfúrico y se pesó la grasa obtenida para calcular la infiltración por porcentaje de peso en referencia al peso original de la muestra.

Estadística

Los valores de las distintas variables analizadas y el de hormonas de los animales testigo vs experimentales, fueron analizados con el software "Statistical" aplicando una prueba T para variables independientes. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $P < 0.05$.

ectomized animals in relation to the control ones, 62.14 ($\pm$ 7.66) ng/dL (ovx) vs 39.46 ($\pm$ 5.26) ng/dL (c) ($P = 0.019$) (Figure 2).

Cost-benefit relation

Cost-benefit relation was positive, since the average gain was of 5.93 kg in castrated cows in regard to the control ones, after discounting surgical cost (11.93 kg minus 6 kg = 5.93 kg).

Experiment B

Weight increase

There were no significant differences in the controlled periods (30, 60, 90 and 120 days) between the ovx and c ($P = 0.99$).

Thyroid hormones

Plasmatic values in T3 were analyzed at days 0, 60 and 120. They showed significant differences in castrated cows between days 0, 60 and 120. Day 0 was considered as the basal value 87.70 70 ng/dL ($\pm$ 2.08) vs 127.32 ng/dL ($\pm$ 10.25, $P = 0.0025$) and 127.49 ng/dL ($\pm$ 13.08, $P = 0.010$) for days 60 and 120, respectively. No significant differences were observed between days 60 and

Resultados

Experimento A

Aumento de peso

En los primeros 30 días hubo mayor incremento en ovx que en las t, 33.62 kg ($\pm$ 2.36) vs 27.90 kg ($\pm$ 2.32), aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P = 0.11$). En el segundo periodo de 30 días hubo diferencias significativas en el aumento de peso ($P = 0.046$) 34.70 ($\pm$ 2.14) para ovx y 28.05 ($\pm$ 1.83) kg para t. Teniendo en cuenta el periodo total de 60 días, hubo diferencias significativas en el aumento de peso ($P = 0.012$) 68.33 ($\pm$ 3.16) kg para ovx y 56.40 ($\pm$ 2.96) kg para t (Figura 1).

Hormonas tiroideas

A los 60 días de castrada, hubo diferencia significativa en T3, los niveles en las ovariectomizadas fueron mayores con respecto de las testigo, 62.14 ($\pm$ 7.66) ng/dL (ovx) vs 39.46 ($\pm$ 5.26) ng/dL (t) ($P = 0.019$) (Figura 2).

Relación costo-beneficio

La relación costo-beneficio fue positiva, ya que la ganancia promedio fue de 5.93 kg en las vacas castradas, respecto de las testigo, después de restarle el costo quirúrgico (11.93 kg menos 6 kg = 5.93 kg).

Experiment A

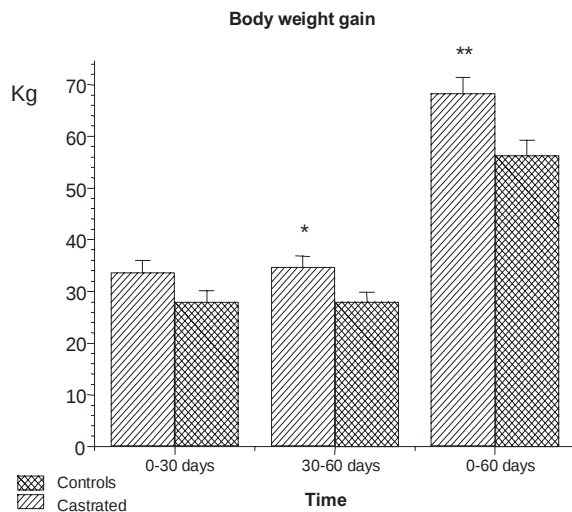


Figura 1: Diferencias entre vacas castradas vs testigo a los 30, entre 30 y 60 y a los 60 días posteriores a la operación quirúrgica. * Diferencia significativa entre castradas y testigo ($P = 0.046$). ** Diferencia significativa entre castradas y testigo ($P = 0.01$).

Figure 1: Differences between castrated vs control cows, after 30, 30-60 and 60 days of surgery. * Significant differences between castrated vs control ($P = 0.046$). ** Significant differences between castrated vs control ($P = 0.01$).

Experiment A

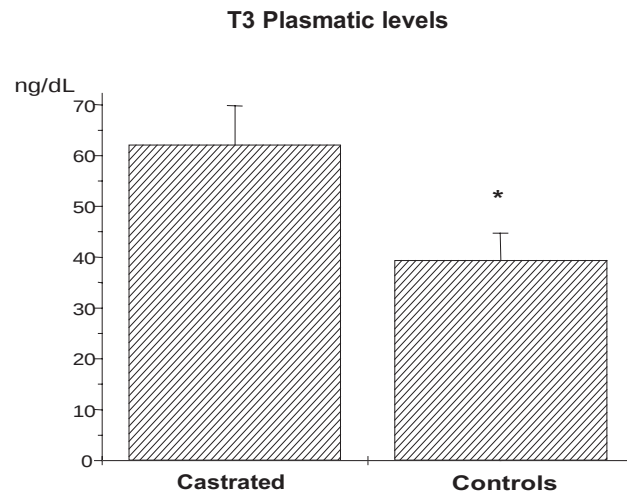


Figura 2: Niveles plasmáticos de T3 a los 60 días posteriores a la castración. * ($P = 0.019$)

Figure 2: T3 plasmatic levels after 60 days of castration. * ($P = 0.019$)

120 within the group of castrated cows. On the other hand, there were no significant differences between the controls in the same periods, neither between castrated and controls at day 0; the value for castrated was 87.70 ng/dL (± 2.08) and for controls 88.34 ng/dL (± 12.05).

However, significant differences were found between castrated cows and control ones at day 60 post-castration, 127.32 ng/dL (± 10.25) vs 91.71 ng/dL (± 8.99 , $P = 0.022$) (Figure 3).

Carcass yield

Statistically significant differences were observed between castrated and control groups: 53.51% (± 0.58) body live weight for castrated and 51.58% (± 0.55) for control ($P = 0.045$) (Figure 4).

Meat-bone-fat relation

No significant differences were found.

Fat infiltration in muscular mass

There was greater infiltration of fat in the muscular mass of c than in ovx, 16.31% (± 1.23) vs 12.71% (± 0.73) in ovx ($P = 0.032$) (Figure 5).

Experiment B

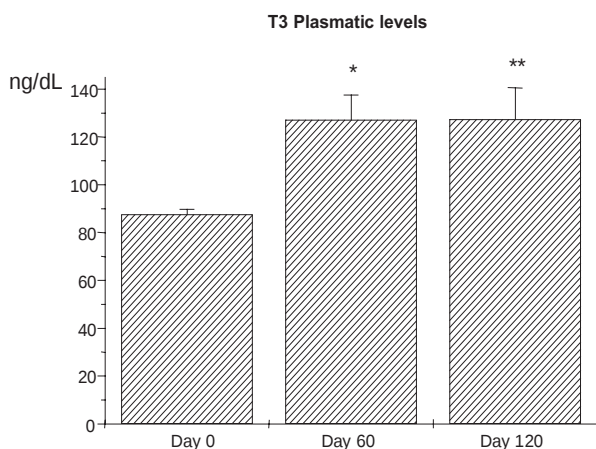


Figura 3: Niveles plasmáticos de T3 en vacas castradas a través del tiempo, tomando como nivel basal el día cero (día de la operación quirúrgica). *Diferencia significativa comparado con el día cero, $P = 0.00025$. **Diferencia significativa comparado con el día cero, $P = 0.001$

Figure 3: T3 plasmatic levels in castrated cows during 120 days, with respect to basal level of day 0 (surgery). *Significant difference with respect to day 0, $P = 0.00025$. **Significant difference with respect to day 0, $P = 0.001$

Experimento B

Aumento de peso

No hubo diferencias significativas en los periodos controlados (30, 60, 90 y 120 días) entre las ovx respecto de las t ($P = 0.99$).

Hormonas tiroideas

En las T3 se analizaron los valores plasmáticos los días 0, 60 y 120, que presentan diferencias significativas en las vacas castradas entre los días 0, 60 y 120; el día 0 se tomó como el valor basal 87.70 ng/dL (± 2.08) vs 127.32 ng/dL (± 10.25 , $P = 0.0025$) y 127.49 ng/dL (± 13.08 , $P = 0.010$) para los días 60 y 120, respectivamente, sin diferencias significativas entre los días 60 y 120 dentro del grupo de castradas. En cambio, no hubo diferencias significativas entre los grupos testigo en los mismos periodos. Tampoco hubo diferencias significativas entre castradas y testigos al día 0, el valor para castradas fue de 87.70 ng/dL (± 2.08) y para las testigo de 88.34 ng/dL (± 12.05).

Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre las vacas castradas y testigo a los 60 días poscastración, 127.32 ng/dL (± 10.25) vs 91.71 ng/dL (± 8.99 , $P = 0.022$) (Figura 3).

Rendimiento de la canal

Hubo diferencias estadísticamente significativas entre el grupo castradas y testigo: 53.51% (± 0.58) de peso vivo corporal para castradas y 51.58% (± 0.55) para testigo ($P = 0.045$) (Figura 4).

Relación carne-hueso-grasa

No se encontraron diferencias significativas.

Infiltración de grasa en la masa muscular

Se encontró mayor infiltración de grasa en la masa muscular en las t que en las ovx, 16.31% (± 1.23) vs 12.71% (± 0.73) en las ovx ($P = 0.032$) (Figura 5).

Progesterona

Al día 0 no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en los valores plasmáticos de progesterona. Al día 60 se encontraron diferencias significativas, 0.24 ng/mL (± 0.05) para las ovx vs 2.12 ng/mL (± 0.7) para las testigo ($P = 0.021$). A los 90 días, la diferencia también fue significativa; 1.41 ng/mL (± 0.26) para las t y 0.15 ng/mL (± 0.03) para las ovx ($P = 0.0005$) (Figura 6).

Experiment B

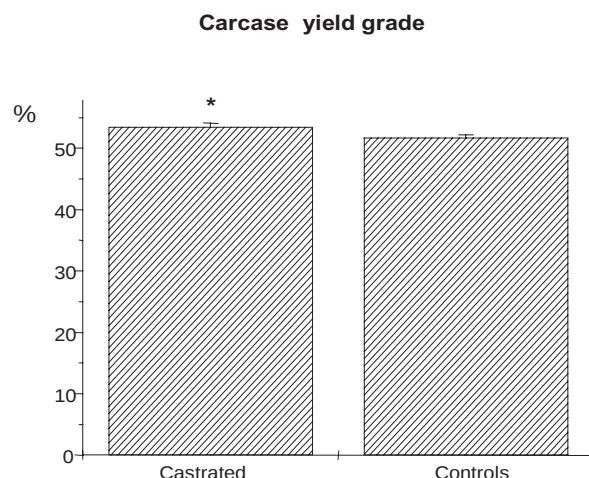


Figura 4: Porcentaje del peso de la res sin cabeza, patas, rabo, riñones, grasa pélvica de la riñonada, cuero y vísceras, respecto del peso vivo con ayuno de 24 h. *P = 0.045

Figure 4: Percentage of carcass body weight without head, foot, tail, kidneys, pelvic fat of kidney, leather and viscera with respect to live weight after 24 h period of fasting. *P = 0.045

Progesterone

No significant differences were found in progesterone plasmatic values between both groups at day 0. Significant differences were observed at day 60: 0.24 ng/mL (± 0.05) for ovx vs 2.12 ng/mL (± 0.7) for controls (P = 0.021). At day 90 the difference was also significant: 1.41 ng/mL (± 0.26) for c and 0.15 ng/mL. (± 0.03) for ovx (P = 0.0005) (Figure 6.).

Cost-benefit relation

The difference of the carcass yield between castrated and control was 1.93%; it represented 17.64 k live weight. This relation was positive, because, when the surgical cost was deduced; the relationship represented 11.64 kg more for castrated cows than for control ones.

Discussion

Thyroid hormones participate in all metabolic activities favouring basal metabolism; thus, they increase oxygen consumption and also heat production. They facilitate glucose absorption mediated by insulin at a cell level. These hormones are very important together with GH (growth hormone) for normal growth. They affect lipid metabolism (lipolysis), diminish plasmatic cholesterol, increase cellular absorption of low density lipoproteins (LDL) related to cholesterol, increase the degradation of both molecules in cellular bound-

Experiment B

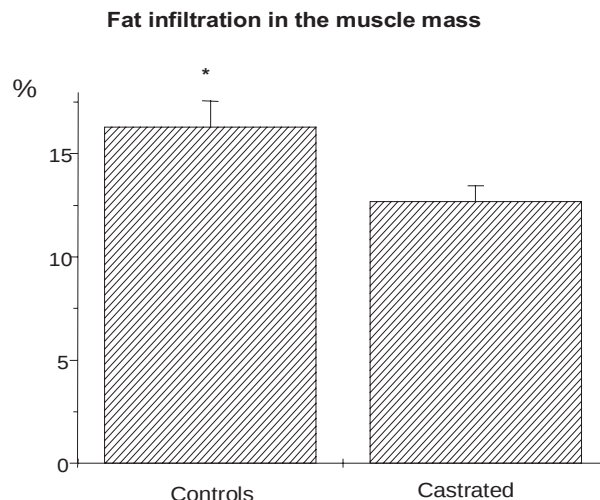


Figura 5: Porcentaje de infiltración de grasa en la masa muscular medida en porcentaje del peso de la muestra luego de la extracción continua de grasa con solvente. *P = 0.032

Figure 5: Percentage of fat infiltration in muscle mass measured on percentage of sample weight after continuous extraction of fat by solvent. *P = 0.032

Relación costo-beneficio

La diferencia del rendimiento de la canal entre castradas y testigo de 1.93%, representó 17.64 kg de peso vivo. La relación costo-beneficio fue positiva, pues al restarle el costo quirúrgico, representa 11.64 kg más para las castradas, respecto de las testigo.

Discusión

Las hormonas tiroideas participan en todas las actividades metabólicas favoreciendo el metabolismo basal; por consiguiente, aumentan el consumo de oxígeno y la producción de calor. Facilitan la absorción de la glucosa mediada por insulina a nivel celular. Son muy importantes junto con la GH (hormona de crecimiento) para el crecimiento normal. Afectan el metabolismo de los lípidos (lipólisis), disminuyen el colesterol plasmático, aumentan la absorción celular de lipoproteínas de baja densidad (LDL) relacionada con colesterol, aumenta la degradación de ambas moléculas en el ámbito celular y favorecen las actividades anabólicas, incluyendo la síntesis de glucógeno y proteínas.¹¹

Como consecuencia de lo anterior, pequeñas modificaciones en los niveles plasmáticos de las hormonas tiroideas, inclusive dentro de los parámetros fisiológicos, afectarían el metabolismo basal.

La ovariectomía realizada en terneras que aún no alcanzaban la pubertad (tres semanas de nacidas) no

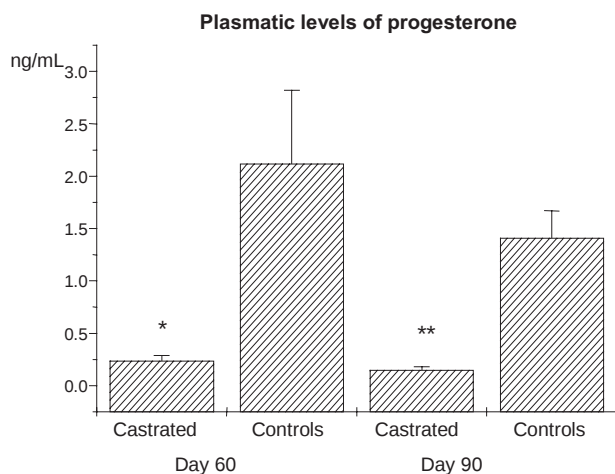


Figura 6: Niveles plasmáticos de progesterona entre vacas castradas y testigo a los 60 y 90 días posterior a la castración. *P = 0.0005. **P = 0.021

Figure 6: Plasmatic levels of progesterone between castrated vs control cows, at 60 and 90 days after castration. *P = 0.0005. **P = 0.021

ary and favour anabolic activities, including glucogen and protein synthesis.¹¹

In consequence to the aforementioned, little modifications in plasmatic levels of thyroid hormones, even within physiological parameters, would affect basal metabolism.

Ovariectomy practiced in young cows which have not reached puberty (three weeks old) did not yield any benefit in regard to weight increase or carcass characteristics,¹⁷ this can be understood due to the negative aspect of suppressing the anabolic effect of sexual steroids on growth during puberty. This situation was not present in this experiment, since the technique was applied to sexually mature animals that have overcome puberty.

Unlike some other findings obtained in experiments with Sprague-Dawley⁷ rats, in which a decrease in T3 plasmatic levels was observed; in both experiments of this study there was a significant increase of this hormone plasmatic levels from day 60 of the surgery in ovariectomized cows, in regard to the control ones and themselves before surgery, considering day 0 as basal value. This result seems to indicate that gonadal steroid suppression increases thyroid hormone profiles, keeping them within the physiological parameters, which would potentiate the anabolic effects of these hormones.

The decision to measure the progesterone plasmatic levels in experiment B was taken to demonstrate the efficiency of the surgical technique used, since no signs of sexual activity are evident. The very low levels found in castrated cows reassure the efficiency to suppress the production of gonadal steroids, since they were always below 0.5 ng/mL. Also, this value was

aportó beneficios en cuanto a la ganancia de peso o características de la carcasa,¹⁷ lo que puede entenderse por el aspecto negativo de suprimir el efecto anabólico de los esteroides sexuales sobre el crecimiento durante la pubertad; situación que no estuvo presente en este experimento, ya que la técnica se aplicó a animales maduros sexualmente, que ya han superado la etapa de crecimiento referida a la pubertad.

A diferencia de otros hallazgos en experimentos con ratas Sprague-Dawley,⁷ donde se encontró una disminución en los niveles plasmáticos de T3, en los dos experimentos de este estudio hubo un aumento significativo en los niveles plasmáticos de esta hormona, a partir de los 60 días de la maniobra quirúrgica en vacas ovariectomizadas, respecto de las testigo, y también de ellas mismas antes de la operación quirúrgica, tomando el día 0 como valor basal. Este resultado parece indicar que la supresión de esteroides gonadales aumenta los perfiles de hormonas tiroideas, manteniéndolas dentro de los parámetros fisiológicos, lo cual potenciaría los efectos anabólicos de estas hormonas.

La decisión de medir niveles plasmáticos de progesterona en el experimento B fue para demostrar la eficiencia de la técnica quirúrgica empleada, ya que no se evidencian signos de actividad sexual. Los niveles tan bajos encontrados en las vacas castradas reafirma la eficiencia para suprimir la producción de esteroides gonadales, ya que estuvieron siempre por debajo de los 0.5 ng/mL; asimismo, este valor fue significativamente menor que el hallado en las testigo. Este resultado descarta la posibilidad de errores en la técnica que propicien la revascularización del ovario, lo que se demostró en el hallazgo, luego de la faena, de un tejido fibroso que envolvía la gomita y el anillo de nailon, en cuyo interior se encontraba un líquido blanquecino, lo cual indica la actividad de los fibroblastos y la lisis del ovario.

Se eligió medir progesterona, ya que la fase luteal abarca de 85% a 90% del periodo total del ciclo estral en bovinos, con valores plasmáticos normales durante esta fase, entre 3.5 ng/mL y 12 ng/mL.⁷

En el experimento B, mediante el método de extracción de grasas (extractor Soxhlet), se encontró mayor infiltración de grasa en la masa muscular en las testigo, sin diferencias significativas en la relación carne-hueso-grasa, si bien el veteado de grasa en el ojo de bife de la onceava costilla estuvo dentro de los parámetros 3 a 3.5, poco abundante a moderadamente abundante, según escala de veteado (*marbling*) de la New York State College of Agricultural, Cornell;¹⁵ mientras que hubo mayor rendimiento de la canal en las castradas respecto de las testigo. Este resultado indicaría que no hay diferencias en la calidad de la carne y que la diferencia en el rendimiento después

significantly lower than the one found in the control ones. This result rejects the possibility of mistakes in the technique that would propitiate ovary revascularization, which was demonstrated when, after the slaughter, a fibber tissue wrapping the rubber and the nylon ring was found. A whitish liquid was found in its interior, which indicates the fibroblasts activity and ovary lysis.

Progesterone was measured considering that luteal phase comprises 85% to 90% of the total estral cycle in bovines, with normal plasmatic values between 3.5 ng/mL and 12 ng/mL,⁷ during this phase.

In experiment B, by using the fat extraction method (Soxhlet extractor), it was found a greater fat infiltration in the muscular mass of the control animals. No significant differences in meat-bone-fat relation were observed, even though the marbling in the beef eye or eye steak of the eleventh rib was within the parameters 3 to 3.5, meaning little abundance to moderate abundance according to the marbling scale of the New York State College of Agricultural, Cornell.¹⁵ There was a higher carcass yield in castrated cows than in the control ones. This result would indicate that there are no differences in meat quality and the difference in slaughter carcass yield was due to a smaller accumulation of fat in the pelvis and in kidneys which is eliminated after slaughter; carcass yield was not considered. Thus, castration improved fat distribution and increased carcass yield in experiment B.

This technique has important advantages in weight gain in animals with some worn out incisor teeth and on a balanced diet.

No differences in weight increase were observed in those animals with very worn out incisors and on a bad quality diet. This might be due to the negative mechanical effect of worn out teeth and diet mentioned, which make impossible the positive expression of metabolic changes induced by T3 in castrated cows.

In old discarding cows, with worn out incisors and with a bad quality pasturing, the principal advantage is the carcass yield. It would be important to analyze old discarding cows behaviour in fattening feed-lots, as in this type of management direct pasture feeding is suppressed; thus, the effect of dental conditions is minimized. Animals received a good quality balanced diet and thus the perturbation generated by estro in the animal behaviour under stacking conditions is annulled. This will be subject of further investigations.

It would be interesting to analyze the difference in the time of permanence on the field or feed-lot, because, if young cows' weight increase improves, these would reach earlier the final weight and appro-

de la faena se debió a menor depósito de grasa pélvica y de la riñonada, que es eliminada de la res, por lo que no se tiene en cuenta en el rendimiento de la canal; por lo tanto, la castración mejoró la distribución de la grasa y aumentó el rendimiento de la canal en el experimento B.

Esta técnica tiene importantes ventajas en el aumento de peso cuando se trata de animales con poco desgaste de los incisivos y una dieta equilibrada.

En animales con importante desgaste de los incisivos y alimentación de mala calidad no se observan diferencias en el aumento de peso quizá por el efecto mecánico negativo del desgaste y de la dieta mencionados, lo cual imposibilita la expresión positiva de los cambios metabólicos inducidos por T3 en vacas castradas.

En animales viejos de descarte, con gran desgaste de los incisivos y en pastoreo de mala calidad, la principal ventaja radica en el rendimiento de la canal. Sería importante analizar el comportamiento de vacas viejas de descarte en establecimientos de engorde en corral (*feed-lot*), ya que en este tipo de manejo se suprime la alimentación por pastoreo directo, minimizando el efecto del estado de dentición; los animales perciben una dieta equilibrada de buena calidad y se anula la perturbación que genera el estro en el comportamiento animal en condiciones de hacinamiento, lo cual será motivo de próximas investigaciones.

Sería interesante analizar la diferencia en el tiempo de permanencia en el campo o corral, ya que si mejora el aumento de peso en vacas jóvenes, éstas alcanzarían antes el peso de terminación y conformación para la venta como "vacas gordas", por lo que el potrero quedaría liberado antes para otros usos o el corral de engorde para nuevos grupos, lo cual incidiría positivamente en la relación costo-beneficio.

En todos los casos es importante considerar la simplificación del manejo de los animales, pues se trata de hembras castradas, en las que se suprime la actividad sexual.

Si bien el trabajo directo sobre establecimientos ganaderos dificulta en alguna medida el desarrollo experimental, permite hacer una evaluación de la técnica de castración de vacas en las condiciones en que normalmente se utiliza.

Es importante destacar que si la técnica quirúrgica se realiza correctamente, no se observan muertes por esta causa.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCyT-UNRC) y la Secretaría de Ciencia y Técnica

priate conformation for sale as “fat cows”; in this way the grazing lot would be liberated earlier for some other uses or the fattening feed-lot would be free for new groups, which would positively influence cost-benefit relation.

In all cases, it is important to consider the simplification of these animals' management, since it deals with castrated females with sexual activity suppression.

Even though the direct work on cattle breeding establishments makes difficult, up to certain extent, the experimental development, it allows evaluating the cows castration technique under commonly used conditions.

It is important to point out that if the surgical technique is correctly performed, no deaths should be observed.

Acknowledgements

This study was financed by the National Counsel of Scientific Research (CONICET), the National Agency of Scientific and Technological Promotion (FONCyT-UNRC) and the Department of Science and Technique of the National University of Rio Cuarto (SECYT-UNRC), Argentine Republic.

Thanks to Dr. Juan Miguel Marioli for his collaboration and disposition to do the necessary arrangements that allowed the completion of this work and to cattle breeders Agustin and Gustavo Beamonte and the livestock producer Mr. Jorge Gil, for the animals and facilities in which the experiments were performed.

Referencias

1. Garverick HA., Erb RE, Niswender GE, Callaham CJ. Reproductive steroids in the bovine. III. Changes during the estrous cycle. *J Anim Sci* 1971; 32: 946-955.
2. Dutto L. Castración de Vacas. Montevideo, Uruguay: Ed. Hemisferio Sur, 1973.
3. Scott B M. The cut-out value of carcasses from trials comparing entire with castrated sheep. Livingstone, USA: Ed. Churchill, 1969.
4. Scott B M. Meat productions from entire male animals. Livingstone, USA: Ed. Churchill, 1969.
5. Ashworth G, Poloni L, Gauna H F. Influence of the gonadal steroids suppression on the body weight, food intake and behavior of female rats. *Commun Biol* 1994; 12: 294-295.
6. Young-Li D. Effect of environmental and hypothalamic

de la Universidad Nacional de Río Cuarto (SECYT-UNRC), República Argentina.

Se agradece al doctor Juan Miguel Marioli su colaboración y predisposición para realizar las tareas que posibilitaron la realización del trabajo. Asimismo, a los productores ganaderos Agustín y Gustavo Beamonte y al productor Jorge Gil, por facilitar desinteresadamente los animales e instalaciones para los experimentos

factors on thyrotropin secretion in the hypotiroid rat. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1993; 20: 65-70.

7. Seng-Wong H. Role of progesterone in regulating the secretion of thyrotropin-releasing hormone and dopamine into hypophysial portal blood in ovariectomized rats. *Neuroendocrinology* 1995; 61: 536-541
8. Vestergaard M, Purup P, Flint DJ, Jensen LR, Sejrsen K. Effects of growth hormone and ovariectomy on performance, serum hormones, insulin-like growth factor-binding proteins, and muscle fiber properties of prepubertal friesian heifers. *J Anim Sci* 1995; 73: 3574-3584.
9. Di Fulvio M, Coleoni AH, Pellizas CG, Masini-Repiso AM. Triiodo-thyronine induces proliferation in cultured bovine thyroid cells: evidence for the involvement of epidermal growth factor-associated tyrosine kinase activity. *J Endocrinol* 2000; 166 : 173-182.
10. Hornick JL, Van Eenae C, Gerard O, Dufrasne I, Istasse L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domest Anim Endocrinol* 2000; 19: 121-132.
11. Cunningham JG. Fisiología Veterinaria. 2ª ed. México, DF: Ed Interamericana, 1994.
12. Bavera GA, Cronometría Dentarias, Producción bovina dentaria (serie en línea) 2005 mayo 14 (citado 2004 octubre 26). Disponible en: <http://www.produccion-bovina.com/>
13. Mac Cropsey L. Cronometría dentaria en vacunos de carne. *Rev Shorthorn Bs As* 1976; 40-43.
14. Centros Consignatarios Directos de Hacienda y el Departamento Tecnología de carnes del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de Castelar. Del campo al gancho argentina. Prueba de valoración integral de calidad del ganado bovino. Bs. As. Argentina: CCDH. 1996.
15. Nielson SS. Introduction to the chemical analysis of foods. One Exeter Plaza, Boston, USA: Ed Jones and Bartlett. 1994.
16. Swenson M J, Reece WO. Fisiología de los Animales Domésticos. 5ª ed. México DF: Ed Noriega, 1999.
17. Klindt J, Crouse JD. Effect of ovariectomy and ovariectomy with ovarian autotransplantation on feedlot performance and carcass characteristics of heifers. *J Anim Sci* 1990; 68: 3481-3487.