

**UTILIZACIÓN DE ACEITE DE SOJA Y PESCADO COMO ESTRATEGIA PARA
ALTERAR EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA INTRAMUSCULAR EN
NOVILLOS TERMINADOS A CORRAL**

César Daniel Kucseva

Área de Producción Animal

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al título de
MAGISTER SCIENTIAE en PRODUCCIÓN ANIMAL

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

Balcarce, Argentina

Abril de 2010

**UTILIZACIÓN DE ACEITE DE SOJA Y PESCADO COMO ESTRATEGIA PARA
ALTERAR EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA INTRAMUSCULAR EN
NOVILLOS TERMINADOS A CORRAL**

César Daniel Kucseva

.....
Director de Tesis: Ing. Agr. Santini, Francisco; *M. Sc., Ph. D.*

.....
Asesor: Ing. Agr. Gagliostro, Gerardo. *M. Sc., Ph. D.*

.....
Asesor: Ing. Agr. Villarreal, Edgardo; Dr.

.....
Asesor: Med. Vet. Balbuena, Osvaldo. *M. Sc., Ph. D.*

**UTILIZACIÓN DE ACEITE DE SOJA Y PESCADO COMO ESTRATEGIA PARA
ALTERAR EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA INTRAMUSCULAR EN
NOVILLOS TERMINADOS A CORRAL**

César Daniel Kucseva

Aprobada por:

.....
Evaluador/a: Ing. Agr. Juan José Grigera Naon; *M. Sc., Ph. D*

Dedicatoria:

“A mi amada Ceci quien acompaño con decisión y esfuerzo el logro de este objetivo personal.”

*“A mis hijas, María Daniela y Ana Clara, quienes a pesar de su corta edad participan
activamente en el desarrollo cotidiano.”*

*“A mi madre, Pina, quien desde los comienzos de mis sueños universitarios me apoyo y lo sigue
haciendo en cada paso de mi vida.”*

“A la memoria de mi padre.”

Agradecimientos

A mis compañeros de oficina, Tomas y Milo, con quienes integramos el trío de los viejitos del postgrado.

A los amigos del Casino quienes supieron compartir los buenos y acompañar en los malos momentos, Nano, Gocha, Jorge, Juan, CAM, Marina, Gaby, Agus, Joaquín, María, Georgina, Maxi, Mariel y Julio.

A Osvaldo quien desde el momento de ingresar a INTA me oriento para un mejor desarrollo tecnológico personal.

A Gustavo Depetris por el apoyo en el trabajo de tesis y su constante interés en el desarrollo de la misma.

A los compañeros del postgrado.

INDICE

Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Índice	VI
Índice de cuadros	VIII
Índice de figuras	VIII
Resumen	IX
Abstract	XI
I. Introducción	1
Objetivo general	2
Hipótesis de trabajo	2
II. Revisión Bibliográfica	3
2.1. Uso de lípidos en la alimentación de bovinos	3
2.2. Efectos que producen	4
2.2.1. Variantes que se observan en la producción de carne en carcasa debido a la administración de lípidos	5
2.3. Modificación del perfil de ácidos grasos en la carne de rumiantes	6
2.4. Efecto del tipo de ácidos grasos consumidos sobre la salud humana	10
III. Materiales y Métodos	13
3.1. Período Recría	13
3.2. Período experimental	13
3.2.1. Tratamientos	14
3.2.2. Mediciones	15
3.2.2.1. Composición química de los alimentos	15
3.3.2.2. Variables productivas	17
3.3.2.3. Mediciones a la faena	17
3.3.2.4. Características físicas de la carne	18
3.3.2.5. Perfil de ácidos grasos intramusculares	19
3.3. Diseño experimental y análisis estadísticos	20

IV. Resultados	22
4.1. Valor nutritivo de los alimentos	22
4.2. Respuesta productiva	23
4.3. Variables medidas a la faena	25
4.4. Variables de la calidad física de la carne	27
4.5. Perfil de ácidos grasos	29
4.5.1. De los aceites adicionados a la dieta	29
4.5.1. De la deposición grasa intramuscular	31
V. Discusión	35
5.1. Respuesta productivas	35
5.2. Efecto de las dietas sobre las variables de carcasa	37
5.3. Calidad física de la carne	39
5.4. Perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular del <i>Longissimus dorsi</i>	40
VI. Conclusiones	45
VII. Bibliografía consulta	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de las dietas en porciento de la base seca	15
Cuadro 2. Valor nutritivo de los ingredientes principales de la dieta experimental	22
Cuadro 3. Variables productivas, peso, ganancia diaria, consumo y conversión por tratamiento	24
Cuadro 4. Grasa dorsal, profundidad muscular y área de ojo de bife obtenido por ecografía	25
Cuadro 5. Datos obtenidos a la faena de las medias reses y de bifes	26
Cuadro 6. Medición sobre el área de ojo de bife	28
Cuadro 7. Perfil de ácidos grasos de los aceites utilizados en los tratamientos SOJA y SOJAPES	30
Cuadro 8. Perfil de ácidos grasos en <i>Longissimus dorssi</i>	32
Cuadro 9. Proporción de ácidos grasos en el <i>Longissimus dorssi</i>	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre la curva de pH en carne post faena	27
Figura 2. Medición de aroma por ambos métodos en nariz electrónica	29

RESUMEN:

El objetivo del trabajo fue comparar la utilización de aceite de soja y aceites de soja mas aceite de pescado, sobre la respuesta productiva y la composición lipídica de la grasa intramuscular del *Longissimus dorsi* en novillos engordados a corral. Se realizó un ensayo de alimentación, durante 66 días, con 45 novillos de 245 ± 15 Kg de peso vivo inicial, agrupados en tres bloques liviano, medio y pesado. Las dietas se formularon con 21% de silaje de maíz y sorgo, 60% de grano de maíz, 14% de harina de girasol y 1,3% de urea para CONTROL, para SOJA Ídem a la anterior más un 5% de aceite de soja y para SOJAPES igual a CONTROL más 5% más de aceite de soja y 1,5% más de aceite de pescado. Los novillos de la dieta CONTROL consumieron mas ($P < 0,05$) materia seca (6,87 kg/día) que SOJA (5,98 kg/día) o SOJAPES (5,20 kg/día). La ganancia de peso vivo fue similar ($P > 0,05$) para los tres tratamientos (0,990; 0,942 y 0,971 kg/día, para CONTROL, SOJA y SOJAPES respectivamente). Sin embargo la eficiencia de conversión fue diferente ($P < 0,05$) para las tres dietas, (6,97; 5,98 y 5,2 kg de materia seca/kg ganancia para CONTROL, SOJA y SOJAPES). El espesor de grasa dorsal, la profundidad muscular y el área de ojo de bife, no resultaron afectados por los tratamiento ($P > 0,05$). Los animales que recibieron la dieta CONTROL tendieron ($P = 0,08$) a tener reses más pesadas ($P = 0,077$) y el rendimiento a la faena fue mayor ($P < 0,05$) en la dieta CONTROL que en las dietas SOJA y SOJA PES. Las dietas no afectaron ($P > 0,05$) la ternera subjetiva, merma por cocción, color y aroma de la carne. En los novillos que recibieron aceite en la dieta disminuyó ($P < 0,05$) la concentración de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), principalmente el oleico y palmitoléico, respecto a CONTROL ($P < 0,05$). La concentración de CLA, linolénico, linoléico y 18:1*trans* se incrementó ($P < 0,05$) con el uso de aceites en la dieta. Los novillos alimentados con la dieta SOJA presentó una mayor proporción de AGMI que SOJAPES ($P < 0,05$) debido a una mayor proporción de oleico. En

los novillos alimentados con la dieta SOJAPES se incrementó ($P < 0,05$) la proporción de AG omega-3 ($n-3$), (2,18%) vs SOJA (1,6% del total de ácidos grasos). Este incremento se produjo debido a la mayor proporción de linolénico (0,60 vs 0,50) y el docosahexaenoico (0,39 vs 0,13); en novillos que recibían la dieta SOJAPES ($P < 0,05$). Así, la relación $n-3/n-6$ fue mejor para los consumidores cuando las dietas fueron adicionadas con aceite de pescado. También se observó un incremento ($P < 0,05$) en SOJAPES en la concentración los 18:1 *trans* (3,81 vs 2,08); y CLA (0,50 vs 0,31) con respecto a SOJA. El índice de desaturación fue diferente ($P < 0,05$) entre las dietas: 51,92; 51,32 y 48,97 para CONTROL, SOJA y SOJAPES respectivamente.

Palabras claves: *aceite de soja, aceite de pescado, novillos, engorde a corral, comportamiento productivo, ácidos grasos de la carne.*

USE OF SOYBEAN OIL AND FISH OIL AS STRATEGY TO ALTER INTRAMUSCULAR FATTY ACID PROFILES IN FEEDLOT STEERS

Summary

The objective of this thesis was to compare the addition of soybean oil and soibean oil plus fish oil on animal performance and lipid profile of intramuscular fat from Longissimus dorsi in feedlot steers. A 66-day feeding trial with 45 steers of 245± 15 kg initial weight was conducted. CONTROL diet was formulated with 21% of corn and sorghum silage, 60% of corn grain, 14% of sunflower meal and 1.3% urea, SOJA diet was idem to CONTROL plus 5% soybean oil and SOJAPES was idem to CONTROL plus 5% of soybean oil and 1.5% of fish oil. Steers given CONTROL diet consumed more (6.87 kg/day) dry matter ($P<0.05$) than SOJA (5.98 kg/day) or SOJAPES (5.20 kg/day). Average daily weight gains were similar in steers consuming all three diets (0.990; 0.942 and 0.971 kg/day, for CONTROL, SOJA and SOJAPES, respectively). However, feed efficiency differed ($P<0.05$) for all diets (6.97; 5.98 and 5.20 kg DM/kg gain, for CONTROL, SOJA and SOJAPES). Dorsal fat thickness, muscular dept and rib eye area were not affected ($P>0.05$) by diets. Carcass weight and marbling tended to be greater ($P=0.08$) in steers given CONTROL diet and carcass yield was greater ($P<0.05$) with CONTROL than SOJA or SOJAPES diets. Diets did not affect tenderness, drip losses and flavor ($P>0.05$). Steers given diets with added oil had less monounsaturated fatty acids (MUFA), mainly oleic and palmitoleic, than those given CONTROL diet ($P<0.05$). Conjugated linoleic acid (CLA), linoleic, linolenic and 18:1 trans fatty acids were increase by diets with added oils ($P<0.05$). Steers given SOJA had greater proportion of MUFA than those given SOJAPES ($P<0.05$), due to increased proportion of oleic acid. Steers given SOJAPES had greater ($P<0.05$) proportion of omega-3 (n-3) fatty acids (2.18%) than those given SOJA (1.60% of total fatty acids). This difference was due to higher linolenic (0.6 vs 0.5%) and docosahexaenoic (0.39 vs. 0.13%) fatty acids in steer given SOJAPES ($P<0.05$). Thus, n-3/n-6 ratio was better for the consumer when fish oil was added. Steer given SOJAPES also had greater ($P<0.05$) 18:1 trans fatty acids (3.81 vs. 2.08%) and CLA (0.50 vs. 0.31%) than those given SOJA. Desaturation index was different ($P<0.05$) among diets: 51.92; 51.32 and 48.97 for CONTROL, SOJA, and SOJAPES, respectively.

Key Words: soybean oil, fish oil, steers, feedlot, performance, beef fatty acid

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas intensivos de producción bovina se basan en un alto consumo de cereales, caracterizándose por producir carne con una alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega 6 ($n-6$), disminuyendo la proporción de AG omega 3 ($n-3$), lo que genera un desbalance en la relación $n-6:n-3$. Además se observa una disminución del ácido linoléico conjugado (CLA) (De Latorre *et al.*, 2006; Numberg, *et al.*, 1988; Givens *et al.*, 2006).

La relación recomendada por diferentes autores entre los AG $n-6:n-3$ se encuentra alrededor de 4 ó 5 a 1 (Blas. B., 2004, Jenkins, T. C. 1993, Wood *et al.*, 2002, Spector, A., 2003 Raes *et al.*, 2002 Santini *et al.*, 2002).

La utilización de aceite de soja aporta AG $n-6$, debido a que posee alrededor del 50% ácido linoléico, mientras que el aceite de pescado contribuye con AG $n-3$ de cadena muy larga, principalmente por el aporte de un 18% de los AG eicosapentaenoico y docosahexaenoico, ambos componentes son escasamente hidrogenados permitiendo que se incremente la deposición de AG $n-3$ en los tejidos, disminuyendo la relación $n-6:n-3$. Vatansever *et al.*, (2000) describieron que la utilización de aceite de pescado incrementa la deposición de AG $n-3$, además de producir un incremento en la concentración de CLA.

Además, la adición de aceites a dietas de feedlot normalmente está acompañada por una mejora en la eficiencia de producción, debido a una disminución en el consumo de alimento asociado con el mantenimiento o leve incremento en la ganancia de peso vivo (Brandt; Anderson, 1990; Chilliard, 1993; Griswold *et al.*, 2003).

Los objetivos del presente estudio son:

- Evaluar la inclusión en la dieta de aceite de soja o aceite de soja más aceite de pescado, sobre la respuesta productiva.
- Comparar el efecto de las dietas con y sin el agregado de aceite de soja o aceite de soja más aceite de pescado, sobre parámetros de las medias reses.
- Conocer el efecto de la inclusión de aceite de soja o aceite de soja más aceite de pescado en la dieta, sobre el perfil de ácidos grasos intramusculares y los caracteres organolépticos de la carne.
- Conocer los efectos de la adición de aceite de soja o aceite de soja más aceite de pescado a la dieta de rumiantes terminados en corral, sobre la grasa intramuscular.

Las hipótesis del presente trabajo son:

- 1 - El agregado de aceites a dietas de feedlot promovería una mejora en la performance animal, debido al incremento en la ganancia de peso, la disminución del consumo de materia seca, la mejora en la conversión, el incremento de la tasa de engrasamiento, el peso de res y el rendimiento de faena.
- 2 - El aceite de soja y la combinación de aceite de soja mas aceite de pescado incrementan la concentración de AG $n-3$.
- 3 - La adición de aceite de soja o aceite de soja mas aceite de pescado incrementa la concentración de CLA.
- 4 - La mezcla de aceite de soja mas aceite de pescado incrementa la concentración de $n-3$.
- 5 - La combinación de aceites mejora la relación entre los ácidos grasos $n-6:n-3$.
- 6 - Ambos tipos de aceite disminuyen la proporción de ácidos grasos saturados.
- 7 - El aceite de soja o aceite de pescado no afectan la calidad organoléptica de la carne.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. 1. Uso de lípidos en la alimentación de bovinos:

Jenkins (1993), describe que las dietas que se suministran a los rumiantes contienen bajas concentraciones de lípidos, normalmente representan aproximadamente un 3% del total de la materia seca.

Haaland *et al.*, (1981) señalaron que los niveles de inclusión de lípidos en las dietas sólo ocasionalmente superan un 5% debido a que, generalmente, se pretende minimizar los efectos negativos sobre el consumo de alimento.

Por otra parte, Gagliostro (2004a) afirmó que la inclusión de lípidos en la dieta, se viene realizando desde hace muchos años, lo cual se debe a que la industria aceitera ofrece en el mercado subproductos a precios muy accesibles.

La incorporación de lípidos en las dietas de feedlot que se suministran a los rumiantes, producen un incremento de la densidad energética, hecho que se relaciona, directamente, con el consumo de energía (Zinn; Plascencia, 1996).

La inclusión de lípidos en las dietas produce un cambio en la fermentación ruminal, debido a la reducción de la producción de metano e hidrógeno y a una disminución de la relación acético:propiónico. (Jenkins, 1993; Chilliard, 1993; Palquimsts, 1996; Gagliostro, 2004a).

Además, la incorporación de fuentes lipídicas a las dietas posibilita la modificación del perfil de ácidos grasos en los órganos de depósito de los animales (Gagliostro, 2004a).

2. 2. Efectos que producen:

La inclusión de lípidos, generalmente disminuye el consumo de materia seca por parte de los animales, con diferentes niveles de respuesta. En este sentido, Gagliostro, (2004a), Jenkins, (1993), Zinn y Plascencia, (1996) concluyeron que la disminución del consumo se produce debido a que ocurren disturbios ruminales, mecanismos de regulación energética y problemas de palatabilidad.

Además, Engle *et al.* (2000); Andrae *et al.* (2000) señalaron que el nivel de insaturación de los lípidos modifica el consumo de materia seca, debido a que los lípidos insaturados deprimen el consumo en mayor medida que los lípidos saturados.

Brandt y Anderson, (1990); Griswold *et al.*, (2003); Cooper *et al.*, (2004); Nelson *et al.* (2004) utilizaron sebo bovino, aceite de soja, aceite de lino, aceite de pescado o grasa de restaurante respectivamente concluyeron que la disminución de consumo de materia seca, se relaciona mayormente, con la cantidad de lípidos incluidos en las dietas.

Brandt y Anderson, (1990) y Gagliostro, (2004a) señalaron que la disminución del consumo de materia seca, es acompañado por una mejora en la ganancia de peso de los animales.

Sin embargo, Chilliard (1993), reportó que los lípidos pueden mejorar o mantener constante la ganancia de peso de los animales. Estos resultados son coincidentes con los que señalan Griswold *et al.*, (2003), quienes adicionaron un 5% de lípidos a las dietas y registraron diferencias frente a los casos en que no utilizaron aceite en la misma.

La relación entre el consumo de materia seca y la ganancia diaria de peso, permite estimar la conversión alimenticia. Observándose normalmente una disminución en el consumo de materia seca por parte de los animales, y un mantenimiento o incremento de la ganancia de peso (Gagliostro, 2004a; Brandt y Anderson, 1990; Cooper *et al.*, 2004; Nelson *et al.*, 2004), lo que permite mejorar la conversión.

2. 2. 1. Variantes que se observan en la producción de carne en carcasa, debidas a la administración de lípidos:

Gagliostro, (2004), Brandt; Anderson, (1990); Nelson *et al.*, (2004) registraron que, cuando se administró lípidos en las dietas se produjo un incremento en el peso de la carcasa, al que se sumó un aumento del rendimiento de la res. Por el contrario, Engle *et al.*, (2000) registraron disminuciones tanto en el peso de carcasa como en el rendimiento de res. Por su parte, Cooper *et al.*, (2004) y Zinn y Plascencia (1996) no detectaron ningún efecto en ambos parámetros.

Engle *et al.*, (2000); Beaulieu *et al.*, (2002); Nelson *et al.*, (2004); Madron *et al.*, (2002); Brand y Anderson, (1990); Griswold *et al.*, (2003) observaron que la adición de lípidos a las dietas de terminación, produjo una disminución de la grasa de cobertura (GD) y el marmoleado de la carne. Sin embargo, Andrae *et al.*, (2001) observaron incrementos, tanto en el marmoleado como en la calidad de carcasa.

Los rumiantes acumulan lípidos en los depósitos grasos de los tejidos subcutáneos, visceral e intramuscular y la deposición grasa es regulada, principalmente, por el nivel de alimentación, teniendo importantes efectos la tasa de incorporación de precursores lipogénicos (Rule 1997, citado por Drakley, 2000).

Drakley (2000), postuló que el aumento del consumo de energía incrementó la esterificación de los ácidos grasos. Por su parte, Ponnampalam *et al.* (2001a) señalaron que los ácidos grasos se depositan en los tejidos como parte de las reservas de triglicéridos.

Además se demostró que las enzimas y hormonas que facilitan la síntesis de ácidos grasos a nivel intramuscular, incrementan su actividad con la presencia de glucosa o sus precursores como el propionato; provocando que la alimentación con dietas ricas en

concentrados posibiliten el inicio de la deposición de grasa a temprana edad de los animales (Smith y Croase, 1984, citado por Wertz *et al.*, 2001).

Los lípidos que ingresan al rumen, como triglicéridos, fosfolípidos ó glicolípidos; sufren un proceso de separación de los ácidos grasos del glicerol por hidrólisis (Jenkins, 1993; Palquimst, 1996; Beever, 1993).

La dieta basal afecta las condiciones que se generan en el rumen provocando una disminución de la hidrólisis del AG linoléico; la misma puede alcanzar valores de alrededor del 80% cuando el pH ruminal disminuye de 6,5 a 5,5 (Van Nevel; Demeyer, 1996).

El proceso de hidrólisis está influenciado por el grado de insaturación; cuanto más insaturados son los lípidos, se hidrolizan a mayor velocidad. A un mismo pH, la proporción de AG hidrolizado en porcentaje disminuye desde el linoléico, linolénico, oleico y por último, el esteárico. El aceite de pescado altamente insaturado se hidroliza a muy baja velocidad, comparado con el del sebo bovino, debido probablemente a la disposición espacial de los AG de cadena muy larga de más de 20 átomos de carbono, de acuerdo con lo que señalaron (Palquimst; Kinsey, 1994; Palquimst, 1996).

La hidrogenación de los AG se realiza por enzimas activas en el entorno bacteriano; estas al encontrar el grupo carboxilo libre de los AG, lo hidrogenan para lo cual utilizan sólo entre el 1% y 2% del hidrógeno disponible en rumen (Palquimst; Kinsey, 1994; Palquimst, 1996).

2. 3. Modificación del perfil de ácidos grasos en la carne de rumiantes:

Diferentes trabajos realizados por Ponnampalam *et al.*, (2001); Wachira *et al.*, (2002); Demeriel, (2000); citado por Cooper *et al.*, (2000) observaron que mediante la administración de aceites en la dieta de rumiantes se modificó el perfil de AG en los

depósitos de grasa intramuscular y subcutáneo. Lo que permitió incrementar substancialmente los niveles de los AGPI $n-3$. Esas modificaciones se lograron sobre la composición de lípidos totales, como también sobre los lípidos neutros del tejido muscular (Marmer *et al.*, 1984; St John *et al.*, 1987; West; Chrystall, 1989, citados por Ponnampalam *et al.*, 2001a; Givens *et al.*, 2006).

La importancia que tienen los AG $n-3$ se debe a que su falta en la dieta de los humanos está asociada con enfermedades crónicas, como ser diabetes tipo II, obesidad, afecciones coronarias y cardiovasculares. Situación que se agudiza si se tiene en cuenta que estas enfermedades se presentan en las personas a edades cada vez más tempranas. Además, normalmente, esa situación es acompañada por un elevado consumo AG $n-6$, lo que incrementa la relación entre los AGPI $n-6/n-3$ (Simopoulos, 2002).

El consumo de AGPI $n-3$ de cadena muy larga (mayores a 20 átomos de carbono) produce un efecto de protección en los consumidores, porque hace que disminuya el riesgo de contraer enfermedades coronarias, la repetición de infartos y la disminución del nivel de las lipoproteínas de baja densidad (Givens *et al.*, 2006).

Clinquart *et al.*, (1995, citado por Gagliostro, 2004a); Ponnampalam *et al.*, (2001a); Wachira *et al.*, (2002); Demirel *et al.*, (2006) y Cooper *et al.*, (2000) señalaron que la adición de lípidos insaturados en las dietas de los rumiantes, es una de las herramientas que permite elevar la concentración de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y los AGPI en la carne.

Por lo tanto, adicionando lípidos insaturados en las dietas de los rumiantes se puede modular el tipo de AG de la grasa intramuscular, en lípidos totales y neutros, que los animales depositan (Marmer *et al.*, 1984; St John *et al.*, 1987; West y Chrystall, 1989, citado por Ponnampalam *et al.*, 2001a; Givens *et al.*, 2006).

Vatansever *et al.*, (2000) utilizaron 32 novillos cruza Charolais, a los que administraron una dieta compuesta por 60% de silaje y 40% de concentrado con la adición del 3% de aceite, aportados por semilla de lino, aceite de pescado o una mezcla de ambos, por 120 días. Cuando utilizaron semilla de lino observaron un incremento del 216% en la proporción de linolénico; en un 184% la síntesis del 20:4 *n*-3 y en un 141% la del 20:5 *n*-3. Al adicionar aceite de pescado, se duplicó la proporción de 20:5 *n*-3 y 22:6 *n*-3. Con la mezcla de ambos aceites, observaron un incremento intermedio en comparación con los resultados que se obtuvieron con la adición de los aceites puros. Los mismos autores realizaron un estudio con 36 novillos Welsh Black, durante 90 días y observaron que cuando a la dieta control se le adicionó semilla de lino, el ácido linolénico duplicó su concentración, el 20:5 *n*-3 se incrementó en un 50% y el 22:5 *n*-3, prácticamente, no sufrió cambios, y cuando a la dieta se le incorporó aceite de lino más pescado, el 20:5 *n*-3 también se incrementó en un 50%.

Ponnampalam *et al.*, (2002) evaluaron el efecto que produjo la incorporación de harina o de aceite de pescado en borregos cruza observaron que la incorporación de ambas fuentes permitió incrementar los AGPI *n*-3 de cadena larga. Con la harina de pescado se incrementó principalmente los AG 20:5*n*-3 y 22:6*n*-3; mientras que con la incorporación del aceite de pescado además aumento la concentración de 22:5*n*-3.

Otros AG importantes en la carne de los rumiantes son los distintos isómeros del CLA, debido al rol que cumplen en relación con la conservación de la salud humana. El CLA es un AG di insaturado, ambos dobles enlaces están separados por un carbono intermedio, el que no participa de la estructura de insaturación. Estos dobles enlaces se ubican entre los carbonos 9-10 y 12-13. La hidrogenación ruminal del ácido linoléico comienza con una isomerización, que da lugar a la síntesis del CLA *cis* 9, *trans* 11; también llamado ácido ruménico. Posteriormente, se reduce por medio de una hidrogenación al ácido vaccénico,

(C18:1 *trans* 11. y por último pasa a ácido esteárico C18:0 (Blas, 2004; Jenkins, 1993; Wood *et al.*, 2003). La isomerización ruminal es un cambio de posición de un doble enlace, desde la posición 9-10 a la 10-11, o de la posición 12-13 a la 11-12, en ambos casos desaparece el carbono metilénico intermedio.

También es posible observar cambios en la isomería espacial, encontrando AG *cis* - *cis* poco probable, *cis*- *trans*, *trans* - *cis* o *trans* - *trans* (Sanhueza *et al.*, 2002).

Es sabido que los alimentos provenientes de rumiantes son la principal fuente de CLA para la alimentación humana la cual, es expresada en relación al total de grasa en los productos de rumiantes, tanto de la carne como de la leche y se encuentra en el rango de 3 a 7 mg/gramo (Bauman *et al.*, 1999). El principal isómero encontrado CLA *cis*9 – *trans*11 en aproximadamente un 90 % de la grasa intramuscular, además de una importante cantidad de ácido *trans*-vaccénico, 18:1 *trans*-11 (Griswold *et al.*, 2003; Cameron *et al.*, 1994; Archibeque *et al.*, 2005; Daniel *et al.*, 2004).

El vaccénico puede ser desaturado por la enzima Δ 9 desaturasa en tejido adiposo, transformándose nuevamente en CLA (Griswold *et al.*, 2003; Cameron *et al.*, 1994; Archibeque *et al.*, 2005; Daniel *et al.*, 2004).

Mediante la adición de aceites vegetales es posible incrementar la proporción de AGMI, AGPI y la concentración de CLA en los productos proveniente de rumiantes. Otra forma de lograr este incremento sería administrando aceite de pescado, debido a que tiene la propiedad de producir cambios a nivel ruminal, disminuyendo la hidrogenación del ácido linoléico (Bauman *et al.*, 1999, Vatansever *et al.*, 2000).

Vatansever *et al.*, (2000) observaron un incremento del 18:1 *trans* al adicionar aceite de lino, aceite de pescado o una mezcla de ambos a una dieta con 40 % de concentrado, tanto cuando trabajaron con 32 novillos cruza Charolais por 120, o cuando utilizaron 36 novillos Holstein Friesian o Welsh Black por 90 días.

Aharoni *et al.*, (2005) Utilizando toros Friesian de 290 kg de peso vivo inicial, alimentados con dieta control a la que adicionaron con aceite de soja o grano de soja extrusada, observaron un incremento de la concentración de CLA y ácido vaccénico en el *longissimus dorsi* con ambas formas de administrar la fuente lipídica.

Beaulieu *et al.*, (2002) alimentaron vaquillas cruce Angus-Wagyu de 367 Kg de peso inicial, a las que se suministro una dieta base a un 80% de grano de maíz, con el agregado de 5% de aceite de soja. El agregado de aceite de soja duplicó el contenido de *trans* vaccénico, sin provocar cambios en el contenido de CLA en la grasa intramuscular.

Se emplearon 30 novillos cruce Angus los que fueron alimentados con dietas compuestas por un 60% maíz, un 16% silaje de maíz y un 7% de heno con diferentes niveles de soja extrusada. Se registro un incremento del CLA y el 18:1 *trans* a nivel intramuscular, que se relacionó con el aumento de la incorporación de soja. Dentro de los 18:1 *trans* se incrementaron las concentraciones de los 18:1 *trans*-6, *trans*-8, *trans*-10 y *trans*-11 con ambos niveles de soja extrusada. Además se incrementó la concentración del linoléico y linolénico (Madron *et al.*, 2002),

2. 4. Efecto del tipo de ácidos grasos consumidos sobre la salud humana:

Respecto de este tema se dispone de excelentes revisiones, tales como las realizadas por los autores Roche, (1999); Simopoulos, (1999); Simopoulos, (2002); Givens *et al.*, (2006); Gagliostro, (2004c).

El descubrimiento de los CLA, como componentes funcionales de los alimentos, se produjo en forma accidental; en búsqueda de agentes cancerígenos en la carne bovina cocida donde se encontraron propiedades antimutagénicas (Pariza, 1999, citado por Gagliostro, 2004c).

La ingestión de CLA con los alimentos convencionales resultó insuficiente para que expresen sus potenciales efectos bioquímicos, moleculares y fisiológicos contra el cáncer, aterosclerosis, y obesidad (Watkins; Li, 2003; citado por Gagliostro, 2004c).

Los autores Ip *et al.*, (1994) describieron al isómero *cis-9, trans11*, como el de mayor poder antimutagénico, mientras que Azain, (2004) definió al isómero *trans10, cis12*, como el responsable de las acciones contra la obesidad y la diabetes.

Mediante el consumo de ácido vaccénico (18:1 *trans-11*) se incrementó, en forma lineal, la concentración de CLA en el plasma de los consumidores humanos y la tasa promedio de conversión de vaccénico a CLA encontrada es del 19 % (Turpeinen *et al.*, 2002). Debido a que la producción natural de alimento alto CLA resulta sistemáticamente acompañada de un enriquecimiento en paralelo de ácido vaccénico, el consumidor recibe una dosis directa de CLA por absorción intestinal y una indirecta por síntesis endógena a partir del vaccénico (Bauman *et al.*, 1999).

Con la finalidad de disminuir el riesgo de ese tipo de enfermedades, el Departamento de Salud del Reino Unido (1994) recomendó que el aporte de energía de la grasa en las dietas de los humanos no debiera superar el 30% de las calorías consumidas diariamente. El consumo de AGS debe mantenerse por debajo del 10% de la dieta, mientras que los AGMI deberían mantenerse entre el 10 y el 15% de los lípidos consumidos (Schmid *et al.*, 2006; De la Torre *et al.*, 2006; Givens *et al.*, 2006).

El consumo de AGS de cadena media (C12-C16 átomos de carbono), está relacionado con afecciones tales como la obesidad, problemas cardiovasculares y algunos tipos de tumores (Valenzuela *et al.*, 2002).

Además, autores como Blas, (2004) y Wood *et al.*, (2003), señalan que estos AG presentes en grasas animales, incrementan la concentración de colesterol total y las

lipoproteínas de baja densidad (LDL). Mientras que los AGS de mayor longitud de cadena, como el ácido esteárico (C18), son inertes para la salud humana.

La relación recomendada entre AGPI: AGS se encuentra entre 0,45 y 0,64 (Wood *et al.*, 1999; Scollan *et al.*, 2001; Raes *et al.*, 2004a). En trabajos posteriores, Wood *et al.* (2003) estimaron que esa relación debería mantenerse alrededor de 0,4. En cuanto a la relación entre los AG *n*-6:*n*-3 Blas, (2004); Jenkins, (1993); Wood *et al.*, (2003); Spector, (1999); Raes *et al.*, (2002); Santini *et al.*, (2002) indican que debe mantenerse entre 4 ó 5 a 1.

Asimismo, el consumo de CLA debería ser del orden de los 400 mg/día para el isómero *cis*9, *trans*11 y 800 mg/día total, ya que resultan suficientes para beneficiar la salud de los consumidores (Griswold *et al.*, 2003; Watkins; Li, 2003, adaptado de Gagliostro, 2004a).

Estudios recientes sobre el incremento de los AGPI de cadena larga, usados para mantener el balance entre los AG *n*-6:*n*-3, utilizan la suplementación con AG de 18 o más átomos de carbono, como el linolénico, el eicosapentaenoico (EPA) y el decosaenoico (DHA), (Wood *et al.*, 2003). Los AG *n*-3 de cadena larga, EPA y DHA, están asociados con la disminución en la formación de trombos sanguíneos, acompañados de una menor frecuencia en la aparición de enfermedades cardíacas (Departamento de Salud del Reino Unido, 1994; Cooper *et al.*, 2004; Geay *et al.*, 2001). Además Ponnampalam *et al.*, (2001b) describieron al EPA y al docosapentaenoico (DPA), como agentes importantes para el desarrollo nervioso y retinal. También en trabajos realizados por Roche (1999) observaron una reducción lineal triglicéridos en plasma con el incremento del consumo de *n*-3.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3. 1. Período de Recría:

Previo al comienzo del ensayo, los animales seleccionados fueron recriados a corral con el objetivo de incrementar sus pesos. Se realizó por un lapso de 67 días, comprendidos entre el 14 de julio y el 19 de septiembre.

Se utilizaron 56 novillitos Aberdeen Angus de $207 \pm$ Kg de peso vivo, que fueron pesados cada 30 días con el objetivo de ajustar la cantidad de alimentos a proporcionar, para lograr una ganancia diaria promedio de 0,57 Kg.

La dieta que se les suministró estaba compuesta en una base seca por 41,7% de silaje de maíz, 41,7% de grano de maíz, 15,4% de harina de girasol, 0,8% de urea y 0,5% del complejo vitamínico mineral SM Feedlot STD 7600®.

Los aportes que se hicieron con esa dieta fueron, un 2,6 Mcal de EM/Kg de materia seca y un 14 % de proteína bruta. Asimismo, el consumo diario promedio de cada novillo fue de 6,5 Kg.

3. 2. Período experimental:

Para el período experimental se utilizaron 45 animales, que tenían un peso promedio inicial de 245 ± 15 Kg. La duración de este proceso fue de 66 días, comprendido entre el 20 de septiembre y el 24 de noviembre de 2005.

Los períodos de recría y experimental se realizaron en los corrales de engorde que se encuentran ubicados en la Reserva 7, de la Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA Balcarce – Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata).

3. 2. 1. Tratamientos (dietas):

Las dietas fueron isoproteicas, variando la cantidad de lípidos que aportaba cada una. Las mismas incluyeron: Monensina (Rumensin®), a razón de 35-40 mg/Kg de alimento (en base de la materia seca) y un complejo vitamínico mineral (SM Feedlot STD 7600®), 30 gr/animal/día; con la finalidad de cubrir los requerimientos estimados para bovinos de carne, según el NRC 1996 (Cuadro 1).

Dietas:

CONTROL: silaje de maíz y sorgo, grano de maíz, harina de girasol con el agregado de urea.

SOJA: CONTROL con el agregado de un 5 % de aceite de soja¹, en relación con la materia seca consumida.

SOJAPES: CONTROL con el agregado de un 5 % de aceite de soja⁽¹⁾ y un 1,5 % de aceite de pescado, en relación con la materia seca consumida.

¹ Aceite comercial con un perfil de ácidos grasos concordante con el de aceite de soja.

*SM Feedlot STD 7600® Composición: Fósforo, 2,3%; Calcio, 15.6%; Magnesio, 1.7%; Azufre, 1%; Sodio, 3.8%; Potasio, 0.5%; Sal, 9.8%; Selenio, 5.3 ppm; Zinc, 1254 ppm; Manganeso, 1254 ppm; Cobre, 351 ppm; Cobalto, 3.5 ppm; Cloro, 5.9%; Yodo, 12 ppm; Hierro, 806 ppm; VIT A 104950 UI/g; VIT D3 35760 UI/g; VIT E 130 UI/g y Ionóforo, 1000 ppm.

Cuadro 1: Composición de la dieta en porcentaje de la base seca.				
	Tratamientos			EE
	CONTROL	SOJA	SOJAPES	
Silo de Maíz y Sorgo	22,01	21,04	20,81	0,06
Grano de Maíz	61,99	59,02	57,86	0,12
Harina de Girasol	14,66	13,94	13,68	0,06
Urea	1,33	1,30	1,30	0,04
Aceite de Soja	0	4,70	4,84	0,08
Aceite de Pescado	0	0	1,52	0,03

3. 2. 2. Mediciones:

3. 2. 2. 1. Composición química de los alimentos:

La valoración nutricional de los alimentos utilizados fue realizada en el laboratorio de alimentos de la EEA Balcarce. Para realizarla se tomaron cada tres semanas, muestras de los componentes de la dieta utilizada y el rechazo durante el período experimental.

Se determinó materia seca (MS) por medio de estufa con circulación forzada de aire a 100° C, dejando la muestra hasta peso constante.

La proteína bruta (PB) N * 6,25 por conductividad térmica con un equipo Leco FP-528 (Horneck; Miller, 1998).

Fibra insoluble, en detergente neutro (FDN), y fibra insoluble, en detergente ácido (FDA), con un equipo ANKOM (Komarek, 1993).

Además, se determinaron cenizas (CEN) en mufla a 550° C y degradabilidad de la MO, por el método de producción de gas, modificación de la técnica de Theodorou *et al.*, (1994).

La energía metabolizable de la dieta se estimó en base a la digestibilidad de la materia orgánica, multiplicada por el factor 3,608.

Durante período experimental se utilizaron dos silajes de manera simultánea, de planta entera de maíz y de planta entera de sorgo, ambos formaron parte de la ración en igual proporción, por lo tanto, el valor nutritivo del silaje fue un promedio de los mismos.

Para la estimación de la energía aportada por los aceites se recurrió a datos de la bibliografía consultada.

Doreau; Ferlay, (1994); Chilliard, (1992) describieron una digestibilidad media del 77% en un rango de 68,4% a 85,6%, como resultado del estudio realizado sobre 64 dietas utilizadas en 13 experimentos; concluyeron en que la digestibilidad de los AG en intestino delgado disminuye cuando se incrementa la llegada de lípidos, la que se ve afectada por el largo de la cadena de los AG y el grado de insaturación.

Con respecto al aceite de pescado Kittessa *et al.*, (2001) estimaron una digestibilidad del 88,6%, en un trabajo que realizaron con ovejas.

Chilliard, (1992) consideró a la energía de los lípidos sobreestimada, concluyendo en que el aporte energético era de $5,6 \pm 2,2$ Mcal EM/Kg de MS; resultado al que arribaría, después de revisar 11 experimentos en los que se emplearon dietas que contenían lípidos en su formulación.

Este valor, 5,6 Mcal EM/kg se utilizó para calcular el aporte energético del aceite de soja y de pescado.

3. 2. 2. 2. Variables productivas:

El peso vivo se realizó al inicio y al final del periodo experimental, durante dos días consecutivos, con la finalidad de disminuir el error experimental. Las pesadas intermedias fueron realizadas a los 24, 38 y 52 días del período experimental. Esas mediciones se utilizaron para estimar la evolución del peso vivo.

La estimación de la GD, el área de ojo de bife (AOB) y el espesor muscular del *Longissimus dorsi* se realizó por medio de ultrasonido (Pie Medical S-200), con transductor lineal de 3.5 Mhz de 185 Mm de largo. Como agente acoplante se empleó aceite comestible. La mediciones se efectuaron sobre la zona de proyección del músculo *Longissimus dorsi* entre la 12^a y 13^a costilla izquierda.

El espesor de GD se efectuó durante dos días consecutivos, al inicio y fin del experimento. Esas mediciones permitieron estimar la tasa de engrasamiento. Con la misma metodología se estimó el AOB de los animales, previo a la faena. Todas las mediciones siempre fueron realizadas por el mismo operario.

Los días lunes, martes y miércoles del período experimental se midió el consumo de cada corral (5 animales), por medio de la medición de la oferta y colecta del rechazo que, al relacionarlo con los resultados del laboratorio, nos permitió conocer el consumo de las diferentes fracciones.

3. 2. 2. 3. Mediciones en la faena:

Previo al envío de los animales a faena se registró su peso de salida de campo. Posteriormente, en frigorífico se tomaron los pesos de media res en caliente, peso de grasa de riñonada y se realizó la tipificación de las reses, de acuerdo con la clasificación de la ex Junta Nacional de Carne. Al relacionar el peso de las reses en caliente con el

peso de salida de campo, se pudo estimar el rinde carnicero de los animales. También se realizó la relación del peso de grasa de riñonada con el peso de carcasa.

3. 2. 2. 4. Características físicas de la carne:

Para el envío de las muestras de carne al laboratorio se realizó un corte en el bloque de bife entre la 11^a y la 13^a costillas de las medias reses izquierdas, previamente enfriadas.

Luego, en el laboratorio de Carne de la EEA Balcarce, se llevó a cabo una calcografía en filmina del músculo *Longissimus dorsi*, para determinar el AOB, con un planímetro digital Placom modelo KP-92N. Además en el mismo bife se realizó la medición del espesor de la GD con regla milimétrica. Esa medida se tomó a nivel del tercio distal del ojo de bife, con respecto al cuerpo vertebral.

Posteriormente, los bifos fueron deshuesados para ser enviados al Laboratorio de Calidad de Carne del ITA Castelar. Allí se evaluaron, sobre el músculo *Longissimus dorsi*, sus características físicas.

Las muestras del músculo, correspondientes a la 11^a y la 12^a costillas, fueron utilizadas para la determinación del veteadado o “marmoleado”, de acuerdo con la escala del USDA.

Las muestras del bife fueron cocinadas en Grill (AMSA, 1995) hasta una temperatura interna final de 71° C, registrada con termocuplas tipo T, las que fueron insertadas en el centro geométrico de las muestras de bife, según los lineamientos generales de AMSA (1995).

Se registraron los pesos previos y posteriores a la cocción a fin de evaluar las mermas debidas a la misma y para efectuar las determinaciones objetivas de terniza, se empleó la cizalla de Warner Bratzler.

Para realizar las mediciones de color se utilizó un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000, utilizándose la escala de color CIE Lab (L^* a^* y b^*). Previamente, a la realización de la medición, las muestras fueron expuestas durante 30 minutos al aire.

El perfil del aroma se analizó mediante nariz electrónica (NE) α -FOX 4000, utilizando la metodología de espacio de cabeza estático. Para la determinación del perfil de olor se extrajo de cada muestra una alícuota del $2,5 \pm 0,1$ gr, y durante la medición, se incubó la muestra a 90° C durante 40 min, por triplicado. Los aromas volátiles se midieron con el módulo Alpha – MOS y para realizar la relación masa carga, se empleó el módulo Alpha – Kronos.

3. 2. 2. 5. Perfil de Ácidos Grasos Intramusculares:

En el laboratorio de Bioquímica del ITA Castelar se realizaron las determinaciones del perfil de AG, sobre el músculo *Longissimus dorsi* para lo cual se utilizó una muestra de 5 correspondientes a las 12^a costilla.

La extracción se realizó siguiendo el método de Folch *et al.*, (1957), mediante el uso del extracto de cloroformo para la separación y análisis de los ácidos grasos.

Los AG metilésteres (Outen *et al.*, 1976) fueron preparados de acuerdo con el método de Parizza *et al.* (2001) y fueron medidos con un equipo Chrompack CP 900.

La separación de los metilésteres fue llevada a cabo usando N_2 como gas carrier. La temperatura fue programada a 70° C por 4 min, incrementándose de 70 a 170° C, a una tasa de 13° C/min y de 170 a 200° C a una tasa de 1° C/min.

Los ácidos grasos individuales fueron identificados comparando el tiempo de retención relativo con ácidos grasos individuales estándares.

Los resultados analíticos fueron expresados como porcentajes del total de ácidos grasos. Los isómeros de C18:1 *trans* no pudieron ser separados, por lo cual se informan como un único valor.

Luego de separados los ácidos grasos, se calculó el aporte de AGS, como la sumatoria de los AG C14:0+C16:0+C18:0; AGMI como la sumatoria de C16:1+C18:1 *cis*; AGPI $n-3$, como la sumatoria de C18:3+C20:5+C22:5; AGPI $n-6$, como la sumatoria 18:2+C20:3+ C20:4+C22:4; AGPI totales como las sumatoria de los AGPI $n-6$ + $n-3$; y la relación existente entre AGPI:AGS, como también la existente entre los AG C18:2 $n-6$:C18:3 $n-3$, y entre los $n-6$: $n-3$.

Se estimó la actividad de la enzima $\Delta 9$ desaturasa ($\Delta 9D$), a través de la siguiente expresión = $C16:1 + C18:1 \text{ cis} / (C16:0 + C18:0 + C16:1 + C18:1 \text{ cis}) * 100$.

3. 3. Diseño Experimental y Análisis estadístico:

El diseño fue en bloques completos al azar. Se utilizó como criterio de bloqueo el peso inicial chico, mediano y grande.

Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el procedimiento Mixed (PROC MIXED) del paquete estadístico de SAS, versión 8 (1999).

El modelo estadístico que se utilizó en el procedimiento MIXED, fue el siguiente:

$$Y_{ik} = \mu + B_k + T_i + B_k \times T_i + e_{ik}$$

Siendo μ la media general, B_k el efecto del bloque, T_i el efecto del tratamiento, $B_k \times T_i$, la interacción de bloque por tratamiento e_{ik} error aleatorio.

Para la estimación de la ganancia diaria de peso, tasa de engrasamiento dorsal y el crecimiento en profundidad muscular se realizó un análisis estadístico; utilizando el

procedimiento de regresión lineal simple (PROC REG) del paquete estadístico de SAS versión 8 (1999).

El modelo estadístico que se utilizó en el procedimiento REG, fue el siguiente:

$$Y = B_0 \pm B_1 + e_{ik}$$

Siendo B_0 el valor del intercepto para el tratamiento, B_1 la pendiente de cada tratamiento y e_{ik} error aleatorio.

Las medias de tratamientos fueron separadas por medio de contrastes preplaneados:

a) CONTROL versus la suma de los efectos de los tratamientos que recibían aceite en la dieta; b) SOJA versus SOJAPES.

Se consideraron diferencias estadísticamente significativas, diferencias estadísticamente no significativas y tendencias entre tratamientos, cuando la posibilidad del error fue menor al 5%, entre 5 y 10% o mayor al 10%, respectivamente.

IV. RESULTADOS

4. 1. VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS:

En el cuadro 2 se presenta la composición química de los diferentes alimentos utilizados en la formulación de las dietas utilizadas.

Cuadro 2: Valor nutritivo de los ingredientes principales de las dietas experimentales								
Fracción	Silaje de Maíz		Silaje de Sorgo		Maíz Grano		Harina Girasol	
		D. E.		D. E.		D. E.		D. E.
MS	39,5	0,76	31,5	0,76	88,70	0,95	92,80	1,00
En %								
MO	94,5	0,27	92,5	0,27	98,37	0,06	92,27	0,15
FDN	45,3	0,53	55,3	0,53	10,17	0,15	40,97	0,97
FDA	29,5	0,39	37,2	0,39	23,50	32,49	33,00	1,15
Almidón	26,1	0,76	12,9	0,76	66,10	4,18	4,50	2,12
PB	7,00	0,88	8,20	0,88	8,27	0,93	29,00	1,30
NNP	1,10	0,13	1,30	0,13	1,33	0,15	4,60	0,20
EE	2,05	0,21	1,70	0,21	2,13	0,70	1,69	2,00
DMO	68,2	2,53	63,5	2,53	88,50	6,67	68,70	2,45

4. 2. RESPUESTA PRODUCTIVA:

No pudo observarse efectos de los tratamientos en el peso final de los animales ($p > 0,05$), ni sobre la ganancia de peso ($P > 0,05$) (Cuadro 3).

Sin embargo, se evidenció que los tratamientos afectaron el consumo de MS ($p < 0,05$). Tanto SOJA como SOJAPES consumieron menos alimento que CONTROL. Sin embargo, no se observaron diferencias entre SOJA y SOJAPES ($p > 0,05$).

La concentración energética por Kg de MS se incrementó ($p < 0,05$) con el agregado de aceite en la dieta; así las dietas que contenían aceite se caracterizaron por una mayor concentración energética respecto de la dieta CONTROL.

El consumo de energía total no cambió con la adición de aceite en la dieta.

La adición de aceite mejoró ($p < 0,05$) la conversión de alimento en ganancia diaria de peso vivo, necesitando CONTROL más alimento que los animales que recibían aceite por Kg de ganancia ($p < 0,05$). El tratamiento SOJAPES fue más eficiente que SOJA ($p < 0,05$), consumió menos alimentos para producir un Kg de ganancia de peso.

La eficiencia también puede calcularse al relacionar la cantidad de energía necesaria para producir ganancia de peso. En el cuadro e se observa que SOJAPES tendió ($p = 0,079$) a mejorar la eficiencia del uso de energía.

Cuadro 3: Variables productivas, peso, ganancia diaria, consumo y conversión por tratamiento.						
Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
Peso, Kg.						
Inicial	246	245	243	9,9	0,900	0,896
Final	306	303	302	11,3	0,816	0,953
Ganancia diaria, kg	0,990	0,942	0,971	0,504	0,586	0,683
Consumo						
MS, kg/día	6,87	5,98	5,20	0,40	0,040	0,216
EM, Mcal/kg MS	2,95	3,30	3,42	0,03	0,001	0,011
EM, Mcal/día	20,2	19,7	17,8	0,63	0,139	0,353
Conversión						
Consumo/GDPV, kg/kg	6,97	6,38	5,38	0,25	0,023	0,045
EM/ GDPV	20,4	20,9	18,3	1,20	0,757	0,079

C: control, A: Aceite; SP: Sojapes

Los tratamientos no afectaron ($p > 0,05$) el espesor de la GD final y tampoco perjudicaron a la tasa de engrasamiento mensual. Asimismo, se evidenció una ausencia de efectos de los tratamientos ($p > 0,05$) en la profundidad muscular del *Longissimus dorsi* y en el área de ojo de bife (Cuadro 4).

Cuadro 4: Grasa Dorsal, profundidad muscular y área de ojo de bife obtenido por ecografía.						
Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
GD, mm						
Inicial	3,60	3,42	3,60	0,148	0,597	0,374
Final	6,62	5,90	5,81	0,398	0,122	0,859
TEM	1,31	1,11	1,06	0,142	0,198	0,809
Profundidad Muscular, mm						
Inicial	4,45	4,31	4,39	0,100	0,432	0,546
Final	5,20	5,37	5,37	0,131	0,294	0,976
Cambio Mensual	0,34	0,48	0,44	0,078	0,216	0,711
AOB, cm ²						
Final	48,7	47,3	46,5	0,937	0,175	0,572

TEM: Tasa de engrasamiento cada 30 días; C: control, A: Aceite; S: Soja; SP: Sojapes

4. 3. VARIABLES MEDIDAS A LA FAENA:

El peso de embarque fue similar en los tres tratamientos ($p > 0,05$), sin embargo, las reses en caliente de CONTROL tendieron a ser más pesadas ($p = 0,077$) que las de SOJA y SOJAPES, sin ser diferentes entre ellos ($p > 0,05$).

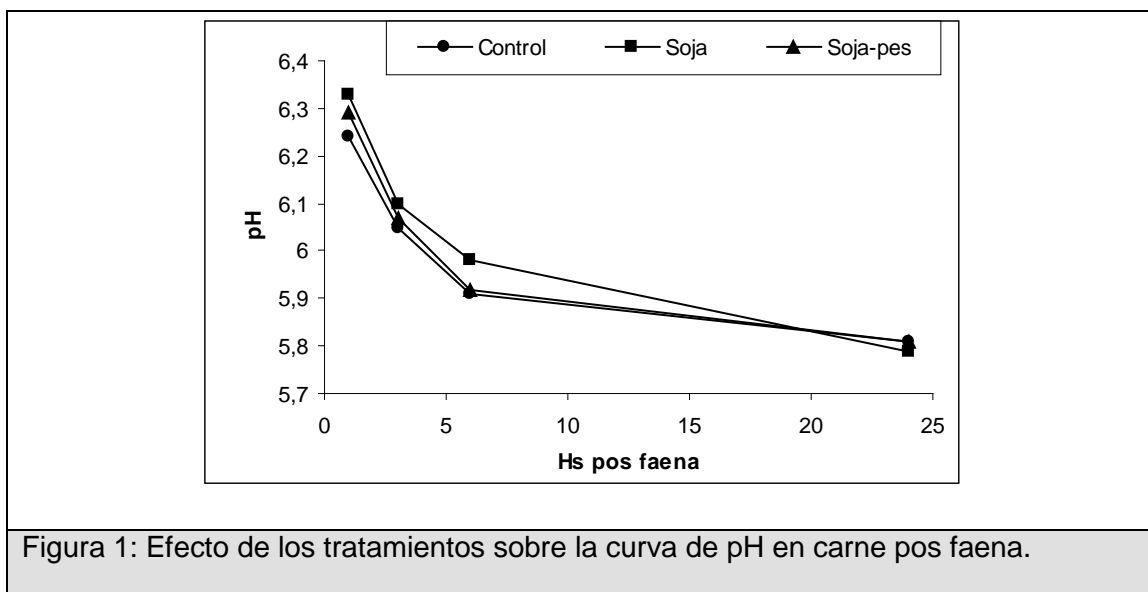
En consecuencia, CONTROL rindió mas al relacionar el peso de res con el de embarque ($p < 0,05$) que los animales que recibieron aceite en la dieta, sin manifestar diferencias entre SOJA y SOJAPES ($p > 0,05$).

La medición de GD subcutánea realizada en frigorífico no se vio afectada por los tratamientos ($p > 0,05$). Este resultado coincide con los datos obtenidos por la medición

ecográfica. En este mismo sentido no se observan diferencias en la deposición de la grasa de riñonada ($p > 0,05$).

Cuadro 5: Datos obtenidos a la faena de la media res y de bife.						
Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
Peso embarque, kg	310	305	308	4,91	0,610	0,674
Peso res, kg	174	167	169	2,89	0,077	0,694
Rinde, %	56,3	54,9	54,8	0,41	0,005	0,911
pH de carne a 24 hs	5,81	5,79	5,81	0,08	0,976	0,887
AOB cm ²	57,1	56,3	56,9	1,40	0,754	0,745
GD, mm	6,5	6,4	6,4	0,48	0,784	0,927
Grasa Riñonada, % PV	0,95	0,95	1,07	0,07	0,514	0,170

El pH muscular medido a las 1, 3, 6 y 24 horas post mortem fue similar ($p < 0,05$), tanto para CONTROL como para SOJA y SOJAPES (Cuadro 5 y Figura 1).



De acuerdo con la clasificación de las medias reses realizada por el método de la ex Junta Nacional de Carnes, los animales se tipificaron como novillitos con engrasamiento grado 1. Dentro de cada tratamiento tres animales lograron conformación A, mientras que el resto se clasificó como B.

4. 4. VARIABLES DE CALIDAD FISICA DE LA CARNE:

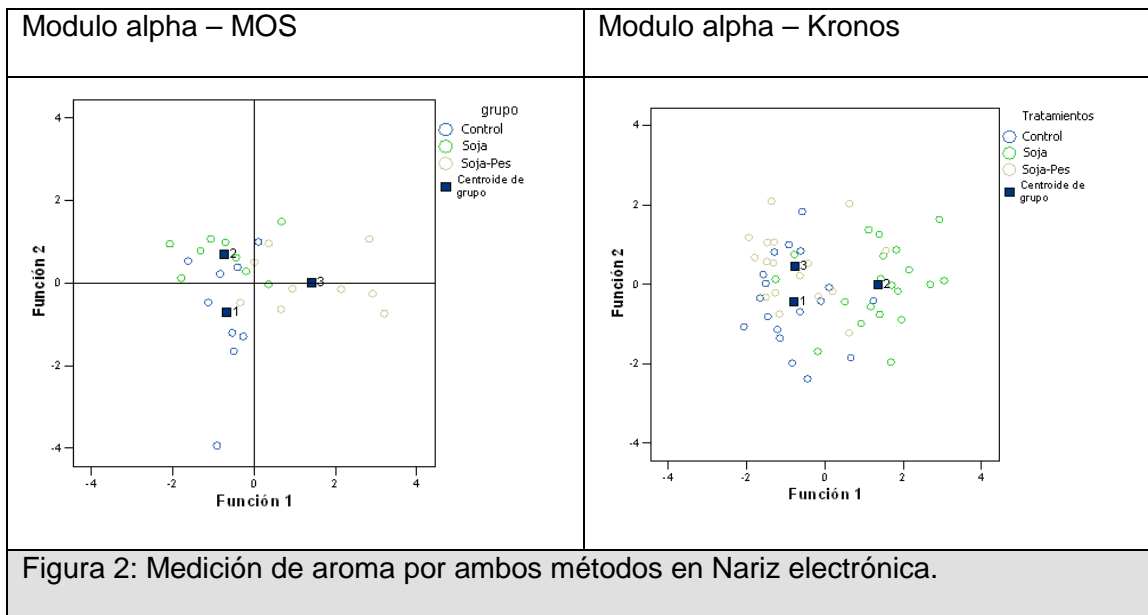
La terneza objetiva y la merma por cocción no se vieron afectadas por los tratamientos ($p > 0,05$, Cuadro 6). Aún así, se pudo observar una tendencia a mayor vetado en CONTROL ($p = 0,075$), sin que se manifestaran diferencias entre SOJA y SOJAPES.

En cuanto a la determinación de color (L^* , a^* , b^*), no se identificaron efectos de los tratamientos ($p > 0,05$; Cuadro 6).

Cuadro 6: Mediciones sobre el área de ojo de bife.						
Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
WB, kg	3,28	3,09	3,00	0,14	0,163	0,643
Merma, %	29,59	29,46	28,21	1,13	0,577	0,392
Veteado ¹	1,90	1,63	1,67	0,12	0,075	0,892
Color						
L*	31,53	31,04	31,43	1,32	0,850	0,816
a*	17,67	16,88	16,18	0,84	0,259	0,511
b*	16,57	16,43	15,82	0,69	0,590	0,486

C: control, A: Aceite S: Soja; SP: Sojapes¹ (Veteado/Marbling por sistema del USDA)

En lo referente al aroma, no se reconocieron diferencias ($P > 0,05$) entre los tratamientos. No obstante, la nariz electrónica fue capaz de identificar en ambos módulos (Alpha – MOS y Alpha – Kronos) la presencia de AG volátiles relacionados con la alimentación (Figura 2).



4. 5. PERFIL DE LOS ÁCIDOS GRASOS:

4. 5. 1. De los aceites adicionados a la dieta:

A continuación se presenta el perfil de ácidos grasos de los aceites utilizados durante el ensayo (Cuadro N° 7).

Cuadro 7: Perfil de ácidos grasos de los aceites utilizados en los tratamientos SOJA y SOJAPES.		
Variables	Aceite de Soja	Aceite de Pescado
Ácidos Grasos		
14:0	0,23	4,82
15:0	0,10	0,68
16:0	10,39	19,72
16:1	0,36	8,78
17:0	0,24	1,07
17:1	0,13	1,29
18:0	4,53	3,72
18:1 <i>cis</i>	28,91	22,83
18:2 <i>n-6</i>	51,33	2,73
18:3 <i>n-3</i>	2,75	1,38
18:4	-	5,89
20:3	-	1,39
20:4 <i>n-3</i>	0,91	1,15
20:5 <i>n-3</i>	-	6,45
22:5	-	1,2
22:6 <i>n-3</i>		10,52
Total		
AGS	15,48	30,01
AGI	84,38	63,71
AG <i>n-6</i>	51,33	3,88
AG <i>n-3</i>	3,66	26,9
Relación <i>n-6:n-3</i>	14,00	0,14

Para ambos aceites se presenta los valores promedio de dos determinaciones cromatográficas obtenidos en el Laboratorio de Calidad de alimento del ITA – Castelar. El Perfil es coincidente con un aceite comercial de soja⁽¹⁾.

Tanto el aceite de soja, como el aceite de pescado contienen abundante cantidad de AGS palmítico y cuentan con una proporción elevada de AGMI oleico. El aceite de soja aporta, dentro de los AGPI, principalmente el linoléico; mientras que el aceite de pescado contribuye con AGPI *n*-3, (especialmente con el eicosapentaenoico y el docosahexenoico).

4. 5. 2. De la deposición grasa intramuscular:

SOJA y SOJAPES incrementaron la concentración de ácido vaccénico y CLA, respecto del tratamiento CONTROL ($P < 0,05$); en SOJAPES el incremento fue mayor que en SOJA ($P < 0,05$).

Los aceites incrementaron la concentración de C18:2 n -6 (Cuadro N° 8) respecto de CONTROL ($P < 0,05$), aunque SOJA no fue diferente de SOJAPES ($P > 0,05$).

SOJAPES incrementó la proporción de AG *n*-3 ($P > 0,05$). Ambos tratamientos que recibieron aceite, SOJA y SOJAPES incrementaron los AG 18:2 *n*-3 y el 22-5 *n*-3, respecto de CONTROL ($P > 0,05$). En SOJAPES los aumentos fueron mayores en comparación con SOJA.

SOJA y SOJAPES disminuyeron la concentración de AG C18:1 *cis* ($P < 0,05$), con respecto de CONTROL. Esa baja fue mayor ($P < 0,05$) en SOJAPES que en SOJA (Cuadro N° 8).

En el siguiente cuadro se presenta el efecto de los tratamientos sobre el perfil de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi*.

Cuadro 8: Perfil de AG en <i>Longissimus dorsi</i> .						
Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
ÁG, %						
14:0	2,35	2,40	2,57	0,11	0,334	0,262
15:0	1,46	1,52	1,44	0,05	0,774	0,259
16:0	23,97	22,82	23,98	0,20	0,200	0,022
16:1	4,22	3,75	3,88	0,12	0,009	0,452
17:0	0,82	0,80	0,83	0,03	0,798	0,432
17:1	0,78	0,77	0,88	0,05	0,501	0,124
18:0	13,50	13,47	13,35	0,34	0,832	0,797
18:1 <i>trans</i>	0,97	2,08	3,81	0,12	0,001	0,001
18:1	36,30	34,55	32,09	0,83	0,001	0,030
18:2 n-6	4,79	5,79	5,88	0,35	0,017	0,845
18:3 n-3	0,48	0,50	0,60	0,02	0,011	0,001
CLA	0,28	0,31	0,50	0,02	0,001	0,001
20:3 n-6	0,59	0,51	0,52	0,05	0,265	0,929
20:4 n-3	2,15	2,16	1,69	0,23	0,412	0,128
22:4 n-6	0,82	0,97	1,00	0,28	0,626	0,936
22:5 n-6	0,70	0,62	0,70	0,08	0,648	0,418
22:5 n-3	0,14	0,13	0,39	0,03	0,001	0,001

En CONTROL se puede apreciar una concentración superior ($p < 0,05$) de AGMI que en SOJA y SOJAPES; así mismo, SOJA tuvo una proporción mayor ($P < 0,05$) que SOJAPES (Cuadro N° 9).

La relación existente entre los AG $n-6:n-3$ (Cuadro 9) no fue distinta entre CONTROL y aquellos tratamientos que recibieron aceite ($P > 0,05$). Sin embargo, en SOJAPES existió una mejor relación aunque esta no resulto significativa respecto al tratamiento SOJA ($P < 0,05$).

El índice de actividad enzimática para la enzima $\Delta 9D$ (Cuadro 9), es menor en SOJA y SOJAPES, comparándola con CONTROL ($P < 0,05$). Así mismo, SOJAPES demostró tener una menor actividad que SOJA ($P < 0,05$).

En el cuadro que se presenta a continuación, el efecto de los tratamientos sobre las diferentes fracciones del perfil de ácidos grasos y sus distintas relaciones en el músculo *Longissimus dorsi*.

Cuadro 9: Proporción de AG en el <i>Longissimus dorsi</i> .						
Variable	Tratamientos			EE	Contrastes	
	CONTROL	SOJA	SOJAPES		C vs A	Soja vs SP
Proporción						
AGS	39,83	38,69	39,26	0,68	0,305	0,533
AGMI	40,52	38,30	35,96	0,88	0,003	0,005
AGPI	10,00	11,03	11,27	0,74	0,195	0,800
n-6	8,35	9,43	9,09	0,64	0,148	0,688
n-3	1,64	1,60	2,18	0,14	0,238	0,003
Relación						
AGPI:AGS	0,25	0,29	0,29	0,02	0,190	0,922
18:2:18:3	10,20	11,63	9,38	0,59	0,464	0,027
n-6:n-3	5,14	6,07	4,29	0,36	0,919	0,001
Índice						
Desaturasa	51,92	51,32	48,97	0,61	0,020	0,006

V. DISCUSIÓN

5. 1. RESPUESTAS PRODUCTIVAS:

El porcentaje de lípidos en las dietas fue del 2,04; 8,36 y 10,35% para CONTROL, SOJA y SOJAPES, respectivamente. Este nivel de inclusión produjo una disminución ($p = 0,04$) del consumo de MS (Cuadro 3), a razón de 201 gramos de MS por punto porcentual de lípidos totales en la dieta.

De acuerdo con los trabajos realizados por Engle *et al.*, (2000), quienes utilizaron aceite de soja al 0 y 4% sobre la dieta base con alta proporción de concentrados y 5 % de cascarilla de soja como fibra dietaría, se observó que el consumo de MS disminuyó a razón de 280 gramos por cada 1% de aceite adicionado.

Estos autores adjudicaron ese resultado al nivel de AGI (84,1%) aportados por el aceite de soja. Desde la misma perspectiva, Wistuba *et al.*, (2006) utilizaron el 3% de aceite de pescado en la dieta y observaron un efecto negativo sobre el consumo, a razón de 826 gramos de MS por cada punto de inclusión de aceite.

Las causas que derivan en la disminución del consumo en dietas formuladas con aceites son, problemas de palatabilidad, regulación homeostática de la absorción total de energía, disturbios ruminales y efectos de la colecistokinina (Gagliostro, 2004a; Gagliostro; Chilliard, 1990).

Bateman; Jenkins, (1998) utilizaron dietas con un 35% de cascarilla de algodón y un 65% de concentrado, más la adición del 0 al 8% de aceite de soja. No observaron efectos sobre la digestión total de MO y de FDN; sin embargo, describieron que se modificó la relación acético propiónico, lo que indica cambios en la fermentación ruminal.

La falta de diferencias en la ganancia de peso vivo se debe al similar consumo de energía observado en los tratamientos, como producto de la adición de aceite. Dicha incorporación incrementó la concentración energética tanto en SOJA y SOJAPES, así como en la reducción del consumo de MS precedentemente mencionada.

Otra consecuencia del uso de lípidos en la dieta de rumiantes fue la disminución de la pérdida de metano, lo que mejora el uso de la energía por el animal (Zinn, 1989).

Asimismo, Madron *et al.*, (2002) terminaron animales en confinamiento donde utilizaron dietas formuladas con diferentes niveles de soja extrusada al 3,9; 5,8 y 7,8% de lípidos en la MS, sin observar diferencias en la ganancia de peso.

Cuando utilizaron un 6,1 vs. 10,7% de lípidos aportados por el aceite de soja, Beaulieu *et al.*, (2002) detectaron resultados similares.

De igual modo, cuando Wistuba *et al.*, (2006) adicionaron aceite de pescado al 3,44 y 6,66% de lípidos en la dieta, tampoco observaron diferencias.

La respuesta a los efectos de los lípidos sobre el consumo y la ganancia de peso vivo, es el cambio en la eficiencia de conversión.

En ese sentido, SOJA mejoró la conversión respecto de CONTROL en un 8,5% y SOJAPES respecto de SOJA en un 15,7%. La misma, es un efecto normalmente observado al adicionar lípidos a dietas de terminación a corral.

Precisamente, Brand; Anderson, (1990) reportaron una mejora del 7,5% cuando compararon una dieta control con otra que poseía un agregado del 3,5% de aceite de soja. En ese sentido, Owens; Gardner (2000) en su revisión, reportaron que la adición de lípidos a la dieta base produce una mejora en la conversión del 4%.

5. 2. EFECTOS DE LAS DIETAS SOBRE LAS VARIABLES DE CARCASA:

Contrariamente a lo esperado, los animales de CONTROL rindieron un 1% más ($P < 0,05$) que SOJA y SOJAPES (Cuadro 5). Esto ocurrió debido a que el peso de embarque entre tratamientos fue similar ($P > 0,05$), y se observó una tendencia a mayor peso de res en CONTROL ($P = 0,077$).

Normalmente en ensayos de corta duración es esperable una falta de respuesta en el rendimiento de carcasa. Así por ejemplo Engle *et al.*, (2000), que utilizaron un 4% de aceite de soja durante 84 días, y Felton; Kerley (2004a), que emplearon cuatro niveles de grano de soja al 0, 8, 16 y 24 %, en dietas de terminación en confinamientos por 58 o 72 días, no detectaron efectos sobre el rendimiento de los animales. En el mismo sentido Wistuba *et al.*, (2006), utilizaron 3% de aceite de pescado por 70 días en la alimentación a corral y no observaron modificaciones en el mismo.

Brandt; Anderson (1990), quienes adicionaron a la dieta control 3,5% de aceite de soja durante 89 días, no observaron efectos. Mientras que cuando el período experimental se extendió por 117 ó 127 días, observaron un incremento en el rendimiento. Estos autores concluyeron en que la suplementación con un 3,5 ó 4 % de lípidos respecto al control, no afectó al porcentaje de rendimiento cuando el período de alimentación fue menor a los 90 días.

No se describen efectos de la adición de lípidos, como fuente energética para el engorde de rumiantes, sobre el pH muscular de las medias reses. En este experimento no resultaron significativas ($p > 0,05$) las diferencias encontradas en el pH a las 24 hs en el músculo *longissimus dorsi* (Cuadro 5). Resultados similares fueron observados por Cooper *et al.*, (2004) cuando utilizaron diferentes fuentes lipídicas con alto contenido de AGPI, para la alimentación de corderos.

Tanto las mediciones realizadas mediante el uso de ecografía (Cuadro 4), como las realizadas en frigorífico (Cuadro 5) del AOB y la GD y la estimación de la tasa del engrasamiento no resultaron significativamente diferentes, debido posiblemente al corto período experimental. Sin embargo se observó en las mediciones ecográficas una disminución de la grasa dorsal, así como la tasa de engrasamiento con el incremento de lípidos en la dieta.

En este sentido, Engle *et al.*, (2000) describieron la falta de diferencias al adicionar 4% de aceite de soja a una dieta de terminación a corral, siendo el tratamiento control numéricamente mayor el AOB y la GD. También Beaulieu *et al.*, (2002) encontraron diferencias numéricas en el AOB y GD, en vaquillas alimentadas en confinamiento con y sin el agregado del 5% de aceite de soja.

La acumulación de grasas en la zona de la riñonada, no se diferenció entre los tratamientos (Cuadro 5), estos resultados fueron similares a los que obtuvieron Felton; Kerley, (2004b) cuando adicionaron soja entera en dietas de terminación por un período de 58 días. Sin embargo, Beaulieu *et al.*, (2002) observaron una diferencia numérica a favor del tratamiento de control, al emplear dos niveles de aceite de soja durante 102 días.

La grasa de riñonada está relacionada con la calidad de carcasa y es afectada por la duración del período experimental, es así que el lapso utilizado en este ensayo que fue de 66 días no permitió observar diferencias entre tratamientos.

5. 3. CALIDAD FÍSICA DE LA CARNE:

Los tratamientos no afectaron la terneza estimada en forma objetiva (Cuadro 6), debido a la utilización de animales con características iniciales similares en edad,

genética y peso. De igual manera, las respuestas productivas no se diferenciaron, teniendo en cuenta el corto período de ensayo.

Sin embargo, se observó una mejora no significativa en la terneza, a razón de 32 gramos menos por punto porcentual de aceite adicionado. Este resultado coincide con los descriptos por Clinquart. *et al.*, (2005; citado por Gagliostro, 2004a), quienes no encontraron un efecto sobre la terneza de la carne.

Andrae *et al.*, (2001) trabajaron con animales y dietas isoenergéticas utilizando maíz convencional o alto aceite durante 83 días, tampoco observaron diferencias. En este sentido, Wistuba *et al.*, (2006) describieron similares resultados al administrar 3% de aceite de pescado adicionado a una dieta control en un ensayo de 70 días de duración.

Se describió la utilización de la GD como predictor del engrasamiento a nivel intramuscular (Fiems *et al.*, 2000). De esta forma se puede relacionar la diferencia numérica en la GD, con la tendencia a mayor veteado intramuscular en CONTROL ($p = 0,075$), respecto a la SOJA y SOJAPES (Cuadro 6).

También Andrae *et al.*, (2001), indican que la deposición de grasa intramuscular están relacionado en mayor medida con la densidad energética de la dieta que con la fuente lipídica. Así por ejemplo cuando se utilizaron dietas isoenergéticas en ensayos de corta duración (83 días) los animales no presentaron diferencias en el veteado. Sin embargo, cuando las dietas no fueron isoenergéticas, los animales que consumieron más energía en las dietas formuladas con grano de maíz alto aceite mostraron un incremento en este parámetro.

El color de la carne está vinculado con la cantidad y composición química de la mioglobina, la que se ve afectada por el tipo de dieta. Por esto, los animales terminados con dietas que poseen altas proporciones de grano se caracterizan por tener una carne más clara que los terminados con pasto (Geay *et al.*, 2001; French *et al.*, 2005; Gatellier

et al., 2005). Asimismo, la infiltración de grasa intramuscular afecta el color de la carne (Geay *et al.*, 2001; Bidner *et al.*, 1986). La utilización de lípidos en animales en terminación puede producir carnes con un color ligeramente más claro (Clinquart, *et al.*, 2005; citado por Gagliostro, G. A. 2004a).

En este experimento no se registraron diferencias en el olor de la carne debida a tratamientos (Cuadro 6). Sin embargo, se observó una disminución numérica del índice rojo. Estos datos son coincidentes con los descritos por Wistuba *et al.*, (2006) al adicionar 3% de aceite de pescado a la dieta control.

En la Figura 2 se presenta los resultados del uso de la medición del aroma, que se realizó por medio de la nariz electrónica. El aroma de la carne es producido por pequeñas moléculas volátiles, que dependen de la degradación de los lípidos (Geay *et al.*, 2001). Wistuba *et al.*, (2006) describieron que, al agregar 3% de aceite de pescado, lograron establecer una diferencia respecto del control en el aroma de la carne. Aparentemente, la dosis de aceite de pescado utilizada en este experimento, 1,5% de la MS, no fue suficiente para producir modificaciones consistentes en el mismo.

5.4. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA GRASA INTRAMUSCULAR DEL *LONGISSIMUS DORSI*:

Los AG presentes, en su gran mayoría, fueron C16:0, C18:0 y C18:1*cis* (Cuadro 8); estos resultados coincidieron con los de Beaulieu *et al.*, (2002), Engle *et al.*, (2000), Griswold *et al.*, (2003); Vatansever *et al.*, (2000). La adición de aceite disminuyó la proporción de C18:0 ($p > 0,05$), también disminuyó la concentración del C18:1*cis* siendo esta mas marcada que en el esteárico ($p < 0,05$).

En el trabajo realizado por Beaulieu *et al.*, (2002) describieron un incremento significativo ($P < 0,01$) en el C18:0 debido al aporte realizado por el aceite de soja y una

leve disminución ($P < 0,01$) del C18:1 *cis*. Resultado coincidente con los encontrados por Engle *et al.*, (2000) cuando adiciono aceite de soja solamente.

SOJA y SOJAPES disminuyeron la proporción de C16:1 *cis*, coincidiendo con los resultados presentados por Engle *et al.*, (2000), quienes administraron 0 o 4% de aceite de soja a vaquillas terminadas a corral. Similares resultados fueron observados por Beaulieu *et al.*, (2002) quienes administraron 0 o 5% de aceite de soja en la terminación de novillos a corral.

La diferencia en la concentración de los AG C16:1 *cis* y los C18:1 *cis* entre el tratamiento CONTROL, SOJA y SOJAPES, puede deberse a una menor síntesis de novo en las dietas adicionadas con aceite, indicado una disminución en la actividad de la enzima $\Delta 9D$ (Cuadro 9).

Tanto SOJA como SOJAPES no modificaron la proporción del C14:0 debido posiblemente al bajo aporte realizado por los aceites a la dieta total. Resultados similares fueron observados en los trabajos realizado por Engle *et al.*, (2000); Beaulieu *et al.*, (2002) y Griswold *et al.*, (2003) quienes coinciden con esta observación.

Los AGMI *cis* disminuyeron en SOJA y SOJAPES, observándose una mayor variación respecto de los AGS (Cuadro 9).

Los AGPI (Cuadro 9) presentaron un leve incremento no estadístico al adicionar aceites a la dieta CONTROL. Ésto se debió al aumento de la proporción de los AGPI *n*-6, (+11,5%) y de los AGPI *n*-3, (+15,2). Los AG *n*-3 se elevaron en forma significativa en SOJAPES (36%). El cambio es explicado por el aporte del aceite de pescado en este tipo de AG insaturados y el efecto que tiene este aceite sobre la hidrogenación ruminal del linolénico. En el mismo sentido, Givens *et al.*, (2006); Raes *et al.*, (2004) detallaron un efecto del aceite de pescado en la biohidrogenación del C18:3*n*-3 en rumen.

Además se observó un incremento del C22:5 *n*-3 aportado directamente por este aceite, coincidiendo con lo descrito por Schmid *et al.*, (2006) en su revisión bibliográfica, donde refieren que la adición de aceite de pescado a la dieta de rumiantes favorecía a la deposición intramuscular de EPA y DHA.

Si bien, la relación entre los AGPI/AGS no cambió al adicionar aceite a la dieta, encontrándose los tres tratamientos dentro de las recomendaciones realizadas por (Wood *et al.*, 1999, Scollan *et al.*, 2001, Raes *et al.*, 2004).

Se observó una mejoría en la relaciones entre los AG C18:2:C18:3 en el tratamiento SOJAPES debido principalmente al incremento en la concentración dl ácido linolénico.

Una mejor relación de estos AG es importante para la salud de los consumidores, debido al nivel de consumo de C18:2*n*-6, como la relación C18:2:C18:3, influyen en la conversión de C18:3*n*-3 hacia los AGPI *n*-3 de cadena larga (Simopoulos, 1999).

Diferentes autores coinciden en describir una relación de 4 o 5:1 como recomendada para el consumo de los humanos (Blas., 2004; Jenkins, 1993; Wood *et al.*, 2002; Spector, 2003; Raes *et al.*, 2002; Santini *et al.*, 2002). En el presente trabajo esta relación fue de 5,14; 6,07 y 4,29 para CONTROL, SOJA y SOJAPES respectivamente. Además del incremento del linolénico, el cambio en esa última relación se vio favorecida por el aporte del C22:6 *n*-3 realizado por el aceite de pescado.

Similares resultados fueron observados por Ponnampalam *et al.*, (2002), quienes adicionaron un 1,5% de aceite de pescado a una dieta base, evidenciando un incremento de los AGPI *n*-3 de cadena larga EPA y DHA, en un 262% y 329%, respectivamente.

Se produjo un incremento de los C18:1 *trans* en un 114% y 393% en SOJA y SOJAPES respectivamente. En SOJA el incremento se produce por el aporte de ácido linolénico realizado por el aceite de soja y en SOJAPES el aumento se debe a la presencia de C18:2 del aceite de soja mas el efecto sobre la hidrogenación ruminal del aceite de

pescado. El efecto del aceite de pescado sobre la hidrogenación ruminal fue descrito por Bauman *et al.*, (1999) quienes describieron una demora en el pasaje de *trans*-vaccénico a esteárico lo que produce una acumulación en rumen permitiendo una mayor absorción.

Si bien en este estudio los isómeros de C18:1 *trans* no pudieron ser separados, es probable que exista una mayor proporción de C18:1 *trans*-11 en los tratamientos SOJA y SOJAPES. En este sentido Turpeinen *et al.*, (2002) describieron que mediante el consumo de ácido vaccénico (18:1 *trans*-11) se incrementó en forma lineal la concentración de CLA en el plasma de los consumidores.

Givens *et al.*, (2006) Señalaron que al utilizar aceite de pescado en las dietas de rumiantes es posible incrementar la concentración de CLA en los depósitos grasos subcutáneos e intramusculares. Además el tipo de dieta utilizada colabora en la acumulación de este AG. Es así que las dietas ricas en almidón disminuye la lipólisis debido al bajo pH ruminal (Doreau; Ferlay, 1994; Noble *et al.*, 1974; Van Nevel; Demeyer, 1996).

Madron *et al.*, (2002) detectaron un incremento significativo en ambos niveles de inclusión de soja extrusada de los C18:1 *trans*-6 y 8; C18:1 *trans*-9; C18:1 *trans*-10 y C18:1 *trans*-11.

Otros autores como Bauman y Griinari, (2001); De Latorre *et al.*, (2006) señalaron que el incremento en la vía C18:1 *trans*-10 haría decrecer el rendimiento ruminal del C18:1 *trans*-11 y su disponibilidad en los tejidos para la síntesis de CLA.

Beailieu *et al.*, (2002) mencionaron un aumento de los C18:1 *trans* del 11,6% al adicionar un 5% de aceite de soja mientras que Engle *et al.*, (2000) menciona un incremento del 35,5%, al adicionar un 4% de aceite de soja.

SOJA incrementó la proporción de CLA en un 11% debido a la disponibilidad de linoléico a nivel ruminal. En ese sentido, Engle *et al.*, (2000) adicionaron un 5% de aceite

de soja y observaron un incremento significativo del 49%. Mientras que McNiven *et al.*, (2004), cuando agregaron soja con diferente procesado (entera, tostada o extrusada), evidenciaron un aumento significativo del CLA *cis-9 trans11* en el último tratamiento, permitiendo concluir que el aceite de soja debería estar expuesto para producir un alimento con alto contenido de CLA.

Por otro lado, Madron *et al.* (2002) reconocieron un incremento progresivo en la deposición de CLA en novillos alimentados con niveles creciente de soja extrusada.

En SOJAPES la concentración de CLA se elevó en un 78% siendo favorecido por la presencia de linoléico aportado por el aceite de soja y la disminución de la hidrogenación causada por el aceite de pescado a nivel ruminal. El efecto sobre la concentración de CLA en los tejidos de rumiantes se ve favorecida por el uso en forma combinada de aceite de pescado a una fuente de linolénico y linoléico Demeriel *et al.*, (2004). En este sentido, Vatansver *et al.*, (2000), describen incrementos mayores al 200% en la carne de novillos al sumar los efectos del aceite de pescado y del aceite de lino. Ha quedado demostrado que la deposición de CLA en los tejidos de depósito de los rumiantes se produce por absorción directa desde el rumen, como así también, por acción de la enzima $\Delta 9D$ a partir de la desaturación del C18:1 *trans-11* que proviene como producto intermedio de la biohidrogenación ruminal (Raes *et al.*, 2004b).

VI. CONCLUSIÓN

SOJA y SOJAPES fueron capaces de producir una fuerte disminución en el consumo, lo que derivó en una mejora en la performance respecto al CONTROL; aunque hayan presentado diferencias en el ADPV.

El período de experimentación, por su brevedad, no permitió la expresión de las variables de calidad de carcasa, como ser: la cobertura de grasa dorsal y el área de ojo de bife.

Asimismo, no fue suficiente el tiempo para que se pudieran manifestar las variables de calidad física de la carne; no obstante, la nariz electrónica identificó aromas diferentes entre las dietas.

El tratamiento SOJAPES provocó modificaciones significativas en los AGPI n -3 y CLA. Estos últimos no adquirieron niveles de concentración para promover cambios importantes en el aporte al consumo humano; sin embargo, produjeron gran cantidad de C18:1 *trans* lo que permite aportar CLA de forma indirecta.

A manera de conclusión, podemos referir que las relaciones entre AGPI n -6:AGPI n -3 no resultaron inadecuadas para la salud del consumidor, pero en ninguno de los tratamientos el uso de aceite de pescado la mejoró sensiblemente.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AHARONI, Y.; ORLOV, A.; BROSH, A.; GRANIT, R. ; KANNER, J. 2005. Effects of soybean oil supplementation of high forage fattening diet on fatty acid profiles in lipid depots of fattening bill vitamin E. *Animal Feed Science And Technology*. 119: 191-202.
- ANDRAE, J. G.; HUNT, C. W.: DUCKETT, S. K.; KENNINGTON, L. R.; FENG, P.; OWENS, F. N. ; SODERLUND, S. 2000. Effect of high-oil corn on grown performance, diet digestibility, an energy content of finishing diets fed to beef cattle. *J. Anim. Sci*. 78: 2257-2262.
- ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W.; PRITCHARD, G. T. ; OWENS, F. N. 2001. Effect feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. *J. Anim. Sci*. 79: 582-588.
- ARCHIBEQUE, S. L.; LUNT, D. K.; GILBERT, C. D.; TUME. R. K. ; SMITH, S. B. 2005. Fatty acid of steroyl-CoA desaturasa do not reflect actual steroyl-CoA desaturasa enzyme activities in adipose tissues of beef steers finished with corn- flaxseed- or sorghum-based diets. *J. Anim. Sci*. 83: 1153-1166.
- AZAIN, M. J. 2004. Role of fatty acids in adipocyte growth and development. *J. Anim. Sci*. 82: 916-924.
- BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A. ; GRIINARI, J. M. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of th American Society of Animal Science*. pp 1-15.
- BATEMAN, G. G. II ; JENKINS, T. C. 1998. Influence of Soybean Oil in High Fiber Diets Fed to Nonlactating Cows on Ruminal Unsaturated Fatty Acids and Nutrient Digestibility. *J Dairy Sci*, 81: 2451–2458
- BEAULIEU, A. D.; DRAKLEY, J. K. ; MERCHEN, N. R. 2002. Concentration of conjugated linleic acid (*cis*-9, *trans*-11-*octadecadienoic* acid are not increased in tissue lipids of cattle fed a high concentrate diet supplemented with soybean oil). *J. Anim. Sci*. 80: 847 - 861.
- BIDNER, T. D.; SCHUPP, N. R.; MOHAMAND, A. B.; RUMORE, N. C.; MONTGOMERY, R. E.; BAGLEY, C. P. ; MC MILLIN, K. W. 1986. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finishing on all forage or a high energy diet. *J. Anim. Sci*. 62: 381-387.
- BLAS, C. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado. 1. rumiantes. 20º Curso de Especialización FEDNA. Pp 79-100.
- BRANDT Jr., R. T. ; ANDERSON, S. J. 1990. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yerling and estimated diet energy value. *J. Anim. Sci*. 68: 2208-2216.

- CAMERON, P. J.; ROGERS, M.; OMAN, J.; MAY, S. G.; LUNT, D. K. ; SMITH, S. B. 1994. Steroyl coenzyme a desaturasa enzyme activity and mRNA levels are not different in subcutaneous adipose tissue from Angus and American Wagyu steers. J. Ani. Sci. 72: 2624-2628.
- CHILLIARD, Yves. 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A Review. S. Dairy Sci. 76: 3897-3931.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A. ; DOREAU, M. 2001 Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras *trans*, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. INRA Prod. Anim., 14 (5): 323-335
- COOPER, S. L.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G.; HALLET, K. G.; ENSER, M ; WOOD, J. D. 2004. Manipulation of the *n*-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs.. J. Anim. Sci. 82: 1461-1470.
- DANIEL, Z. C. T. R.; RICHARDS, S. E.; SALTER, A. M. ; BUTTERY, P. J. 2004. Insulin and dexamethasone regulate steroyl-CoA desaturasa mRNA levels and fatty acid synthesis in ovine adipose tissue explants. J. Anim. Sci. 82: 231-237.
- DE LATORRE, A.; GRUFFAT, D.; DURAND, D.; MICOL, D.; PEYRON, A.; SCISLOWSKI, V. ; BAUCHART, D. 2006. Factors influencing and composition of CLA in beef. Meat Sci. 73: 258-268
- DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B. ; KESER, O. 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. Meat Sci., 72: 229-235.
- DOREAU, M. ; FERLAY, A. 1994. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. Animal Feed Science and Technology. 45: 379-396.
- DRACKLEY, J. K. 2000. Lipid metabolism. In: D'MELLO, J.P.F. eds. Farm animal metabolism and nutrition. The Scottish Agricultural College, Edinburgh. UK.pp. 97-119.
- ENGLE, T. E.; SPEARS, J. W.; FELLNER, V. ; ODLE. 2000. Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal tissue lipid metabolism in finishing steers. J. Anim. Sci. 78: 2713-2721.
- ENSER, M.; SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; KURT, E.; HALLETT, K. ; WOOD, J. D. 1999. Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoléic acid (CLA) in beef muscle. Anim. Sci. 69: 143-146.
- FELTON, E. E. D. ; KERLEY, M. S. 2004a. Performance and carcass quality of steers fed whole soybeans at increasing inclusion levels. J. Anim. Sci. 82: 725-732.
- FELTON, E. E. D. ; KERLEY, M. S. 2004b. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. J. Anim. Sci. 82: 1794-1805.
- FIEMS, L. O.; DE CAMPENEERE, S.; DE SMET, S.; VAN DE VOORDE, G.; VANACKER, J. M. ; BOUCQUE, CH. V. 2000. Relation shipbetween fat depots in carcass of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. Meat Science 56: 41-47.

- FRENCH, P.; O` RIORDAN, E. G.; MONAAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; VIDAL, M.; MOONEY, M. T.; TROY, D. J. ; MOLONEY, A. P. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Science*. 56: 173-180.
- GAGLIOSTRO, G. A. 2004a. Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Unidad Integrada Balcarce EEA-INTA/FCA-UNMdP. Área de Producción Animal. Grupo Nutrición y Metabolismo, Balcarce, Argentina. 100 p.
- GAGLIOSTRO, G. A. 2004b. Control nutricional del contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche y su presencia en alimentos naturales funcionales. 2. Producción de leche alto CLA de vaca. *Rev. Arg. Prod. Anim.*. 24 3-4: 137-163.
- GAGLIOSTRO, G. A. 2004c. Control nutricional del contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche y su presencia en alimentos naturales funcionales. 1. Efectos sobre la salud humana. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24 3-4: 113-136.
- GAGLIOSTRO, G. ; CHILLIARD, Y. 1990. Effects of rapeseed oil duodenal infusion on dipose tissue lipolytic activities of dairy cows during early lactation. *Reprod. Nutr. Dev. Supl* 2: 230S.
- GATELLIER, P.; MERCIER, Y.; JUIN, H. ; RENERRE, M. 2005. Effect of finishing mode (pasture – or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science*. 69: 175-186.
- GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J. F. ; CULIOLI, J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristic of muscles in ruminants, consequences on dietetic values and sensorial qualities of meat: Review article. *Reprod. Nutr. Dev.* 41: 1-25.
- GIVENS, D. I., KLIEM, K. E. ; GIBBS, E. A. 2006. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in human diet. *Meat Science*. 74 : 209-218.
- GRISWOLD, K. E.; APGAR, G. A.; ROBINSON, R. A.; JACOBSON, B. N.; JOHNSON, D. ; WOODY, H. D. 2003. Effectiveness of short-term feeding strategies for altering conjugated linoleic acid content of beef. *J. Anim. Sci.* 81: 1862-1871.
- HAALAND, G.L., MATSUSHIMA, J.K., JOHNSON, D.E. ; WARD, G.M. 1981. Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. *J. Animal Sci.* 52: 696-702
- HORNECK, D. A. and MILLER, R. O. 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Karla, Y. P. ed. *Handbook of reference methods for plant analysis*. Soil and Plant Analysis Council, Inc. C. R. C. Press, Boca Raton, Florida, USA .pp 75 – 84.
- JENKINS, T. C. 1993. Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. *Journal Dairy Science*. 76: 3851 - 3863.

- KITTESSA, S. M.; GULATI, S. K.; ASHES, J. R.; FLECK, E.; SCOTT, T. W. ; NOCHOLS, P. D. 2001. Utilization of fish oil in ruminants I, Fish oil metabolism in sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 89: 189-199.
- KOMAREK, A. R. 1993. Improved efficiency of ADF analysis using a filter bag procedure. *J. Animal. Sci.* 71 Suppl 1: 284 (abstract).
- MADRON, M. S.; PETERSON, D. G.; DWYER, D. A.; CORL, B. A.; BAUMGARD, D. H.; BEERMANN, D. H. ; BAUMAN, D. E. 2002. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *J. Anim. Sci.* 80: 1135-1143.
- MC NIVEN, M. A.; DUYNISVELD, J.; CHARMLEY, E. ; MITCHELL, A. 2004. Processing of soybean affects meat fatty acid composition and lipid peroxidation in beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 116: 175-184.
- NÜRNBERG, K.; WEGNER, J. ; ENDER, K. 1998. Factors influencing fat composition in muscle an adipose tissue of farm animal. *Levestock Production Science*. 56:145-156.
- OUTEN, G.E.; BEEVER, D.E. ; FENLON, J.S. 1976. Direct methylation of long-chain fatty acids in feeds, digesta and faeces without prior extraction. *J. Sci. Food Agric.* 27:419-425.
- OWENS, F. N. ; GARDNER, B. A. 2000. A review of the feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. *American Society of Animal Science*. [En línea] <<http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0940.pdf> Consulta: 15 de septiembre de 2006.
- PALQUIMST, D. L. 1994. Conference: Regulating lipid metabolism to increase productive efficiency. 1377s.
- PALQUIMST, D. L. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. 12º Curso de especialización FEDNA. Madrid 7 y 8 de noviembre de 1996. 15 p. . [En línea] <www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloll.pdf Consulta: 24 de Agosto de 2005.
- PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; BLAKELEY, S. J.; LI, D. ; LEURY, B. J. 2001a. Effect of dietary modification of muscle long chain *n*-3 fatty acid on plasma insulin and lipid metabolites, carcass traits, and fat deposition in lambs. *J. Anim. Sci.* 79: 895-903.
- PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; BLAKELEY, S. J. ; LEURY, B. J. 2001b. Effect of diet containing *n*-3 fatty acid on muscle long-chain *n*-3 fatty acid content in lambs fed low- and medium –quality roughage diets. *J. Anim. Sci.* 79: 698-706.
- PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; FERRIER, G. R.; LEURY, B. J. 2002. Dietary manipulation of muscle long-chain omega-3 and omega-6 fatty acids and sensory properties of lamb meat. *Meat Science* 60: 125-132.
- RAES, K.; HAAK, L.; BALCAEN, A.; CALÉIS, E.; DEMEYER, D. ; DE SEMET, S. 2004a. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscle Belgian Blue young bulls. *Meat Science* 66: 307-315.

- RAES, K.; DE SEMET, S. and DEMEYER, D. 2004b. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*. 113: 199-221.
- ROCHE, H. M. 1999. Unsaturated fatty acids. *Proceedings of nutrition society*. 58: 397-401.
- RESEARCH guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science Association. Pag 4 – 28. AMSA 1995.
- RULE, D. C.; MAC NEIL, M. D. ; SHORT, R. E. 1997. Influence of growth, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and longissimus muscle of beef steers. *J. Anim. Sci.* 75: 1525-1533.
- SANHUEZA, J.; NIETO, K. y VALENZUELA, B. A. 2002. Ácido linoleico conjugado: Un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso. *Rev. Chil. Nutr.* 22(2)98-105
- SANTINI, F. J.; VILLARREAL, E.; PAVÁN, E.; GRIGERA, J. M. y GRIGERA NAON, J. J. 2002. Importancia de los CLA en las carnes bovinas. [En línea] <www.intabalarce.org/divulgtec/nutricion/cla.htm> Consulta 24 de agosto de 2005.
- SAS Institute Inc. 1999 SAS / STAT™ Guide for Personal Computers, Versión 8.
- SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R. ; BEE, G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat products: A review. *Meat Science* 73: 29-41.
- SCOLLAN, N. D.; CHOI, N.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER, M. ; WOOD, J. D. 2001. Manipulation the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*. 85: 115-124.
- SIMOPOULOS, A. P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 560S-569S.
- SIMOPOULOS, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother.* 56(8): 365-379.
- SPECTOR, A. A. 1999. Essentiality of fatty acids. *Lipids*. 34 Suppl: S1-3.
- THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MC ALLAN, A. B. ; FRANCE, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 48: 185-197.
- TURPEINEN, A. M.; MUTANEN, M.; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU. S. ; PALQUIMST, D. L. 2002. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linolenic acid in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*. 76: 504-510.

- VALENZUELA, B. A.; SANHUEZA, C. J. ; NIETO, K. S. 2002. El uso de lípidos estructurales en la nutrición: una tecnología que abre nuevas perspectivas en el desarrollo de productos innovadores. *Rev. Chil. Nutr.*, 29-106-115.
- VAN NEVEL, C. J. ; DEMEYER, D. I. 1996. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by contents in vitro. *Reprod Nutr Dev* 36: 53-63.
- VATANSEVER, L.; KURT, E.; ENSER, M.; SCOLLAN, N. D.; WOOD, J. D. ; RICHARDSON, R. I. 2000. Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. *British Society of Animal Science*. 71: 471-482.
- WACHIRA, A. M.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; FISHER, A. V. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *Br. J. Nutr.*, 88: 697-709.
- WERTZ, E.; BERGER, L. L.; WALKER, P. M.; FAULKNER, D. B.; MCKEITH, F. K. ; RODRIGUEZ-ZAS, S. 2001. Early weaning and postweaning nutritional management affect feedlot performance of Angus x Simmental heifers and the relationship of 12th rib fat and marbling score to feed efficiency. *J. Anim. Sci*. 79: 1660-1669.
- WISTUBA, T. J.; KEGLEY, E. B. ; APPLE, J. K. 2006. Influence of fish oil in finishing diets on growth performance, carcass characteristics, and sensory evaluation of cattle. *J. Anim. Sci*. 84: 902-909.
- WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*. 66 : 21-32.
- WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I. ; SHEARD, P. R. 1999. Animal nutrition and metabolism group symposium on " Improving meat production for future needs". Manipulation meat quality and composition. *Proceedings of nutrition Society* 58: 363-370.
- ZINN, R. A. ; PLASCENCIA, A. 1996. Effects of forage level on the comparative feeding value of supplemental fat in growing-finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim Sci*. 74: 1194-1201.
- ZINN, R. A. 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: *Metabolism*. *J. Anim. Sci*. 67: 1038-1049.