

Proyecto

**DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE
CARNES DE VACUNO DE ALTA CALIDAD ENRIQUECIDAS EN
ACIDOS GRASOS OMEGA 3 DE CADENA LARGA PARA
MEJORAR SU APOORTE NUTRICIONAL Y GENERAR MAYOR
VALOR AGREGADO**

Código C-01-1-P-092

Agente Ejecutor: Faenadora de Carnes Ñuble S.A.

Agente Asociado: Australis Traders S.A.

Periodo del 30 de Abril 2003 al 30 de Noviembre 2003

Diciembre 2003

INFORME TÉCNICO Y DE GESTIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO: DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE CARNES DE VACUNO DE ALTA CALIDAD ENRIQUECIDAS EN ACIDOS GRASOS OMEGA 3 DE CADENA LARGA PARA MEJORAR SU APOORTE NUTRICIONAL Y GENERAR MAYOR VALOR AGREGADO

CÓDIGO: C-01-1-P-092

Nº DE INFORME: Nº 4

PERIODO desde 30 de Abril de 2003 hasta 30 de Noviembre de 2003

NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR DEL PROYECTO



Oscar Torrealba Munita

USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCIÓN	

Tabla de contenidos

1	Resumen	¡Error! Marcador no definido.
2	Actividades y tareas ejecutadas	5
3	Análisis de Brecha (Comparativo)	6
4	Metodología	7
5	Resultados	10
5.1	Resultados Parciales	11
5.2	Resultados probables al cierre del proyecto	24
5.3	Impactos logrados a la Fecha	24
5.4	Impactos probables al cierre del proyecto	24
6	Problemas enfrentados	25
6.1	Técnicos	25
6.2	Administrativos	25
6.3	De Gestión	25
7	Actividades de difusión	25
8	Programación para el próximo período	25
9	Otros Aspectos de Interés	25
10	Conclusiones y Recomendaciones	26
11	Anexo 1: Informe de asesores	27

RESUMEN EJECUTIVO

Este Proyecto destinado a desarrollar un sistema de producción de carnes enriquecidas con AGPICL omega 3, generando con ello una carne diferenciada de alto valor agregado, estuvo concentrado en el bioensayo que estudió el efecto de la inclusión de distintos niveles de aceite de pescado bypass en la dieta, sobre la presencia de EPA y DHA en la carne de vacuno.

La línea de investigación N° 1 que buscaba lograr aceites de pescado enriquecidos, con mayores concentraciones de omega 3, se discontinuó a pesar de los importantes avances logrados, dado que requería una fuerte inversión en equipo que no fue posible financiar con los recursos de éste Proyecto.

La línea N° 2 que había comenzado el bioensayo en Febrero de 2003 se finalizó con el pesaje del 12 de Septiembre y posteriormente con la faena de los animales y toma de muestras. Los animales lograron una buena respuesta a la inclusión del aceite de pescado bypass en diferentes niveles en la ración, con distintos grados de EPA y DHA en los tres cortes de carne evaluados. Las características de su canal y rendimientos son muy buenos, y no se detectó ningún problema en el estudio organoléptico de la carne como consecuencia de la inclusión de aceite de pescado en la dieta..

TEXTO PRINCIPAL

1 Situación al comienzo del período del informe

Al término del período anterior, se mostró los avances logrados en la Línea de trabajo 1 tendiente a lograr el enriquecimiento del aceite de pescado con mayores concentraciones de AGPICL omega 3. Se continuó el trabajo tendiente a lograr el enriquecimiento del aceite, cuyo logro debiera tener un plazo por el retraso que ocasionaba al proyecto su costo. Se planeó la conveniencia de reestructurar el Proyecto con el propósito de cuantificar los recursos necesarios para disponer de un equipo que permitiera lograr el enriquecimiento del aceite de pescado. En la Línea de trabajo 2, se continuó con el primer bioensayo de inclusión de diferentes niveles de aceite de pescado con AGPICL omega 3, bypass en la dieta de vacunos, el que se inició en Febrero del año 2003 y por tanto, estaba en pleno proceso de alimentación.

2 Actividades y tareas ejecutadas

Línea de Trabajo 1: Enriquecimiento de las grasas by pass de aceite de pescado con mayores niveles de AGPICL omega 3, para aumentar los niveles de incorporación de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

El trabajo en esta línea fue muy importante y generó mucha información valiosa, sin embargo no se logró una de las últimas etapas que permitiera el enriquecimiento (Propuesta de Ajuste del Proyecto, Junio de 2003). Se logró la hidrólisis y finalmente, con el equipamiento disponible, luego de tres intentos no se logró la separación de los ácidos grasos. La reformulación del proyecto involucraba la implementación de un equipo especializado, que por su alto costo no fue posible continuar con esta línea, a pesar de su gran importancia.

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Se continuó y terminó de realizar el primer bioensayo que es el estudio del efecto de la inclusión de diferentes niveles de aceite de pescado bypass con AGPICL omega 3 en la ración de bovinos, sobre la incorporación de EPA y DHA en la carne. Éste ensayo solo utilizó aceite de pescado sin enriquecer, como consecuencia de no haber concretado el enriquecimiento del aceite.

El ensayo en su etapa de alimentación se extendió hasta que los animales lograron un peso de faena adecuado, el 12 de Septiembre. Posteriormente se faenaron, se evaluaron y enviaron muestras a laboratorio para conocer la respuesta en las características de la canal, presencia de EPA y DFHA en la carne, y las características organolépticas de la carne.

El análisis de perfil de ácidos grasos se envió a Fundación Chile que tenía los menores costos por muestra, sin embargo, la metodología utilizada, de menor sensibilidad, no logró una buena detección de ellos. En virtud de lo anterior, de común acuerdo con FIA, se acordó enviar muestras a laboratorio de INTA (Universidad de Chile) y al de Bromatología de la Universidad de Concepción, con el propósito de dilucidar los niveles de EPA y DHA en la carne.

3 Análisis de Brecha (Comparativo)

Línea de Trabajo 1: Enriquecimiento de las grasas by pass de aceite de pescado con mayores niveles de AGPICL omega 3, para aumentar los niveles de incorporación de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Esta línea de investigación tiene una gran importancia en la vía de mejorar la calidad de carnes al incluir AGPICL omega 3 en la carne. Lamentablemente el equipamiento disponible, los recursos y el retraso del proyecto, llevó a detener esta línea, que quedó inconclusa y por tanto, no logró la producción de aceite enriquecido.

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Estudio del efecto de la incorporación de AGPICL omega 3 con grasas bypass, de una fuente de AGPICL proveniente de aceite de pescado sin enriquecimiento": se estudiarán diferentes niveles de

inclusión de AGPICL (0%, 1.5%, 3% y 4.5% de aceite en la ración) cuya fuente es el aceite normal. Tal como se indicó en el informe anterior, esta actividad se vio retrazada como consecuencia de no contar con el aceite enriquecido, ante lo cual se optó por un aceite sin enriquecer, con cuatro niveles de estudio.

Los problemas de detección de la concentración de EPA y DHA en la carne, ha ocasionado un nuevo retraso, al requerir nuevos análisis de dos laboratorios y ver las razones que fundamentan estas diferencias.

4 Metodología

Descripción de la metodología utilizada:

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

La metodología propuesta considera la realización de 3 bioensayos estos se describen como sigue:

- Ensayo N° 1: "Estudio del efecto de la incorporación de AGPICL omega 3 con grasas bypass, de una fuente de AGPICL proveniente de aceite de pescado sin enriquecimiento": se estudiarán diferentes niveles de inclusión de AGPICL (0%, 1.5%, 3% y 4.5% de aceite en la ración) cuya fuente es el aceite normal.
- Ensayo N° 2 : Estudio del efecto de la inclusión de aceites de pescado con AGPICL omega 3 bypass de aceite de pescado en la dieta de bovinos por diferentes tiempos sobre la eficiencia nutricional y características de la carne": este ensayo busca definir cual es el tiempo adecuado de suministro de aceites de pescado bypass con AGPICL omega 3 en la dieta de los bovinos para lograr un buen depósito de ellos en la carne, utilizando un nivel de inclusión que será determinado en el Ensayo N°1.
- Ensayo N° 3: Estudio de los efectos en la eficiencia nutricional y características de la carne, en novillos de dos razas o tipos (Tipo Lechero y Tipo carne) al incluir en la ración aceite de

pescado by pass con AGPICL omega 3 (EPA y DHA) en concentración normal. En este ensayo se utilizaría en la ración el nivel de grasa y tiempo de suministro determinados en los dos ensayos previos, en animales de origen lechero y de carne.

Bioensayo N°1: "Estudio del efecto de la incorporación de AGPICL omega 3 con grasas bypass, de una fuente de AGPICL proveniente de aceite de pescado sin enriquecimiento": se estudiaron diferentes niveles de inclusión de AGPICL (0%, 1.5%, 3% y 4.5% de aceite en la ración) cuya fuente es el aceite normal

Diseño estadístico: el presente estudio se efectuó bajo un diseño estadístico "completo al azar", con 4 tratamientos y 10 repeticiones

Animales: se utilizaron cuarenta novillos con un peso inicial promedio de 252 a 255 Kg, distribuidos al azar en diez por cada tratamiento. Se usaron animales de razas de carne (mas de un 50% de Hereford, A. Angus o Clavel Alemán), castrados.

A su llegada fueron vacunados, desparasitados, y recibieron una dieta de acostumbramiento que varió desde un 80% de heno y 20% de la ración control, hasta consumir un 100% de dieta control a los 14 días. Todos los animales se individualizaron con un doble crotal, utilizando el sistema de un Proyecto de Trazabilidad de carnes.

Al inicio del ensayo, se pesaron con un destare previo de comida y agua de 14 horas y luego se distribuyeron en los cuatro tratamientos, iniciando el consumo de cada dieta experimental.

Tratamientos: los tratamientos de este ensayo estuvieron dados por el consumo de las dietas experimentales, que representaron los niveles de inclusión de aceites marinos en 0% (Testigo), 1,5%; 3% y 4,5% de la dieta, base materia seca.

T4: Dieta basal + 4,5% grasas bypass sin AGPICL + **0% grasas bypass CON AGPICL**

T3: Dieta basal + 3% grasas bypass sin AGPICL + **1,5% grasas bypass CON AGPICL**

T2: Dieta basal + 1,5% grasas bypass sin AGPICL + **3% grasas bypass CON AGPICL**

T1: Dieta basal + 0% grasas bypass sin AGPICL + **4,5% grasas bypass CON AGPICL**

Evaluaciones:

- ⇒ Consumo de alimento: correspondió al alimento ofrecido (3% del Peso vivo) menos los residuos, corregidos por su contenido de materia seca (Kg MS/día/animal)
- ⇒ Composición química de la dieta experimental: se efectuaron análisis de los ingredientes a utilizar en la formulación de las dietas. Posteriormente, durante la fase experimental, se analizaron muestras compuestas de la dieta ofrecida y los residuos.
- ⇒ Se efectuaran las siguientes determinaciones: Materia seca, Proteína Total, Fibra Detergente Neutro, Fibra detergente ácido, Extracto etéreo y Cenizas
- ⇒ Peso Vivo (kg /animal): se realizó un control de las variaciones de peso vivo de todos los animales cada 14 días, con un destare previo de 14 horas sin agua ni alimento.
- ⇒ Eficiencia Nutricional (Tasa de conversión de alimentos): corresponde a los kilos de alimento consumidos necesarios para obtener un kilo de peso vivo
- ⇒ Rendimiento centesimal de la canal (% del peso vivo): se evaluó el rendimiento centesimal de la canal caliente y fría
- ⇒ Nivel de grasa de cobertura: se determinó el nivel de grasa de cobertura de acuerdo a la norma de la Ley de Clasificación y Tipificación de carnes chilenas, y se medirá su grosor en mm (10ª costilla) en la canal fría
- ⇒ Determinación de los niveles de proteína (Kjeldhal), lípidos (Extracto etéreo) y pH, en tres cortes de carne de canal fría (correspondientes a la cuota Hilton)
 - Lomo: a nivel de la 10ª costilla
 - Filete
 - Asiento
- ⇒ Grado de marmóreo del lomo (10ª costilla): se realizará según Pauta internacional

⇒ Contenido de AGPICL (EPA y DHA): a las 48 horas de la faena se muestreo y se envió a análisis del perfil de ácidos grasos a los siguientes tejidos en canal fría: Lomo, asiento, filete, grasa dorsal (10ª costilla) y grasa renal.

Se conservaron muestras para realizar un nuevo perfil de ácidos grasos a los 45 días del primer análisis, de carne mantenida a 0° envasada al vacío.

⇒ Evaluación sensorial: se realizó con un panel de especialistas, con muestras de carne de los tres tejidos (lomo, filete y asiento) obtenidas al desposte.

Principales problemas metodológicos enfrentados:

El muestreo de lomo, medición de grasa de cobertura, nivel de marmóreo se realizó a nivel de la 10ª costilla y no de la 12ª como estaba planificado, como consecuencia que la Planta Faenadora de Carnes Ñuble faenaba para exportación a Europa que tenía esa exigencia.

El principal problema enfrentado fue la interpretación de los resultados del perfil de ácidos grasos realizado por la Fundación Chile, quien utilizando una metodología, que aunque correcta para alimentos ricos en grasa, no tenía la sensibilidad suficiente para cuantificar los niveles de EPA y DHA en alimentos corrientes. Los resultados en esas condiciones mostraron una respuesta a la dieta en el contenido de EPA y no detectaron DHA.

En reunión con Comité del FIA se acordó efectuar otros dos análisis, en laboratorios del INTA y de la Universidad de Concepción para dilucidar estos resultados.

5 Resultados

5.1 Resultados parciales obtenidos a la fecha

Se analizan a continuación los principales resultados obtenidos en el primer bioensayo, en todas sus etapas. Mayores detalles se entregan en el Informe de Asesores Anexo

Resultados Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Estudio del efecto de incorporación de AGPICL omega 3 con grasa by pass, de AGPICL provenientes de aceite de pescado sin enriquecimiento.

Formulación de las Dietas.

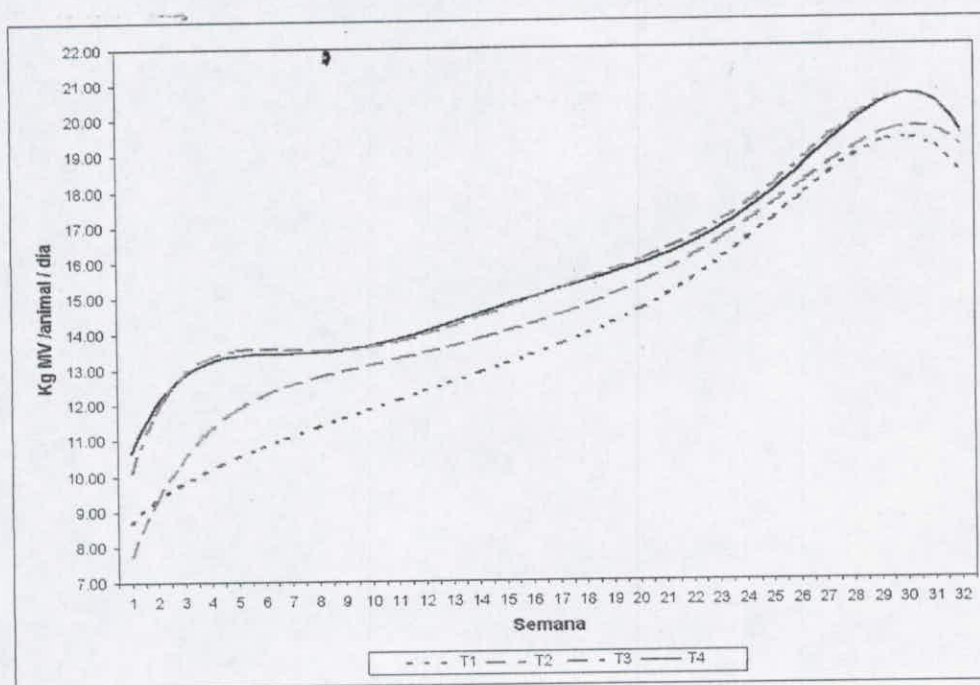
Desde el inicio del ensayo hasta el término de él se formularon cinco dietas, de acuerdo al comportamiento de consumo y ganancia de peso que los animales fueron teniendo frente a cada formulación (Informe de Asesores, Anexo)

Consumo de alimento.

El consumo de alimento presentó un comportamiento diferente entre los tratamientos, destacando desde el comienzo los mayores niveles en los tratamientos 3 y 4 (1,5% y 0% de grasa con AGPICL) el que se mantiene hasta el final. El T3 (3% grasa con AGPICL) paulatinamente comenzó a incrementar el consumo, el que hacia el término del ensayo llegó a ser similar el T4, indicando con ello que a ese nivel de inclusión de la grasa con AGPICL, previo acostumbamiento, no es una limitante del consumo.

Los animales del T1 mantuvieron durante todo el ensayo los menores niveles de consumo, siendo tal vez este nivel un elemento que afecte el nivel de consumo. Se ha podido observar también que el tipo de animal, particularmente su capacidad digestiva tiene una enorme influencia en el nivel de consumo, lo cual se pudiera remediar al usar en la primera etapa del ensayo raciones de menor volumen, especialmente las primeras cuatro semanas.

Figura 1: Consumo promedio de Alimento por tratamiento. (Kg MV/ animal/día)

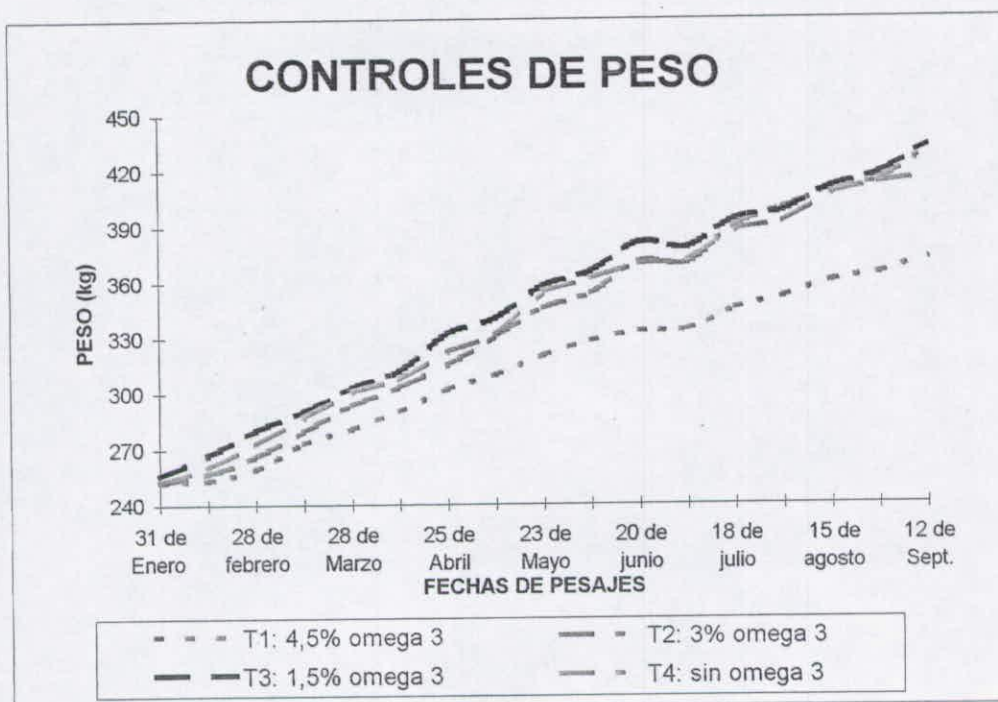


Variaciones de peso.

Las variaciones de peso vivo de los animales tienen una alta correlación con el consumo de alimento, es así como los tratamientos 2, 3 y 4 tienen ganancias de peso similares, en tanto los animales del T1 fueron siempre menores. Los niveles de ganancia de peso en todos los tratamientos no alcanzaron los niveles deseados, los que en T2, T3 y T4 fueron del orden de 0,75-0,8 kg/día promedio, en tanto en el T1 fue algo superior a 0,5 kg/día. Hay algunos factores ambientales que tuvieron influencia en las ganancias de peso en todos los animales.

Coincidente con la relación de consumo y ganancias de peso, se pudo observar mejores eficiencias de utilización de los alimentos en los animales de T2, T3 y T4 que en los de T1 que presenta la menor eficiencia. La mejor eficiencia la mostraron los animales del T3 que incluía un 3% de grasa con AGPICL.

Figura 2. Peso vivo acumulado en el periodo experimental.



Cuadro 1. Eficiencia de conversión ($\text{kg peso vivo kg alimento}^{-1}$) y conversión alimenticia ($\text{kg alimento kg peso vivo}^{-1}$) promedio de cada tratamiento para el periodo de ensayo.

	T1	T2	T3	T4
Consumo (kg)	3038	3202	3403	3395
Ganancia de Peso (kg)	120.0	177.1	176.9	164.1
Eficiencia de Conversión	0.04	0.06	0.05	0.05
Conversión alimenticia (kg/kg)	25.3	18.1	19.2	20.7

Evaluaciones post-mortem

Los antecedentes anteriores nos muestran un **peso de canal** mayor para animales de T2, T3 y T4, comparado con los de T1, coincidente con los mayores pesos alcanzados durante el ensayo. Sin embargo, el rendimiento de canal no muestra estas diferencias y los animales de T1, con canales mas chicas tienen rendimientos similares a los del resto de los tratamientos.

Cuadro 2 Evaluaciones *post-mortem* promedios por tratamiento

	T1	T2	T3	T4
Peso Pre- Faena (kg)	390.5	444.5	445.8	433.7
Peso Canal (kg)				
Caliente	224.5	258.3	253.5	247.7
Fría	218.5	251.7	246.7	241.2
Rendimiento Canal				
Caliente (%)	57.5	58.1	56.9	57.1
Fría (%)	55.96	56.63	55.33	55.62
Grasa de cobertura				
Grado	1.00	1.00	1.00	1.00
Espesor (cm)	0.59	0.78	0.65	0.63
Área ojo del lomo (pulg²)	15.50	17.17	16.67	17.50
pH				
Canal	5.75	5.75	5.60	5.81
Filete	5.90	5.90	5.90	5.90
Lomo	6.00	6.00	5.90	6.00
Asiento	5.80	5.80	5.80	5.90

Todos los animales del ensayo logran una buena **cobertura de grasa** (grado 1) a los pesos que se faenaron, llamando la atención los animales del T1, que con canales bastante menores al resto, tiene una cobertura de grasa similar, lo que pudiera significar un mejor engarzamiento para animales con grasa con AGPICL a ese peso (390,5 kg peso vivo). El **espesor de la grasa dorsal** a nivel de la 10ª costilla es bastante superior en animales del T3.

Coincidente con otros parámetros evaluados, el **área del ojo del lomo** (10ª costilla), es superior en T2, T3 y T4.

PERFIL ACIDOS GRASOS

Las muestras obtenidas luego de la faena de los animales, se enviaron a los Laboratorios de Fundación Chile, en vez del de INTA (Universidad de Chile), por razones de costo de ellos y el tiempo en entregar los resultados. Posteriormente, como consecuencia de la información obtenida de esos análisis se enviaron muestras a los Laboratorios de Cromatografía de INTA (Universidad de Chile) y de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Concepción.

Por lo anteriormente indicado, se entrega la información de los tres análisis:

Informe Fundación Chile:

Cuadro 3 Informe Fundación Chile perfil de ácidos grasos corte Filete (% metil esterres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	2.23	2.36	1.87	1.64
C18:3n6 Ácido Linolenico	0.93	1.07	0.73	0.45
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	0.24	0.23	0.13	0.04
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	0.09	-----	-----	-----
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	0.26	-----	-----	-----
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	-----	-----	-----	-----
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	3.75	3.66	2.73	2.13

Cuadro 4 Informe Fundación Chile perfil de ácidos grasos corte Lomo (% metil ester)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.93	1.92	1.85	1.52
C18:3n6 Ácido Linolenico	0.88	0.79	0.63	0.27
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	0.20	0.22	0.15	0.04
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	0.05	0.06	0.03	-----
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	0.04	-----	-----	-----
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	-----	-----	-----	-----
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	3.10	2.99	2.66	1.83

Cuadro 5 Informe Fundación Chile perfil de ácidos grasos corte Asiento (% metil ester)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	2.41	2.16	1.65	1.11
C18:3n6 Ácido Linolenico	1.15	0.96	0.68	0.54
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	0.23	0.19	0.08	0.04
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	0.06	0.05	0.02	-----
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	0.07	0.09	0.05	-----
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	-----	-----	-----	-----
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	3.92	3.45	2.48	1.69

La metodología utilizada es la indicada por el Oficial Methods of Analisis of AOAC Internacional 17th Edition – 2000.Method 969.33 – GLC/FID. El laboratorio de Cromatografía de la Fundación Chile nos ha indicado que este es un método que se utiliza para trabajar con alimentos con alto contenido de grasa y tiene un límite de detección de 0,01% de metil ester, es decir 0,01 gr de metil ester del ácido graso por 100 gr de grasa. La explicación del laboratorio acerca de los bajos o nulos niveles de

EPA y DHA detectados en las muestras analizadas, se relacionan con la menor sensibilidad de este método para detectar micronutrientes en alimentos con menores contenidos de grasa (carne).

Informe Universidad de Concepción:

Cuadro 6 Informe Universidad de Concepción perfil de ácidos grasos corte Filete (% metil esterres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.00	1.40	1.60	1.40
C18:3n6 Ácido Linolenico (gamma)	0.30	0.10	0.00	0.00
C18:3n6 Ácido Linolenico (alfa)	0.45	0.00	0.00	0.00
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	0.30	0.20	0.07	0.09
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	-----	-----	-----	-----
Relación Omega6/omega 3	1.70	7.5	22.9	15.6

Cuadro 7 Informe Universidad de Concepción perfil de ácidos grasos corte Lomo (% metil esterres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.90	1.70	1.40	0.80
C18:3n6 Ácido Linolenico (gamma)	0.41	0.00	0.00	0.00
C18:3n6 Ácido Linolenico (alfa)	0.52	0.17	0.20	0.09
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	0.13	0.00	0.00	0.00
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	-----	-----	-----	-----
Relación Omega6/omega 3	3.6	10.0	7.0	8.9

Cuadro 8 Informe Universidad de Concepción perfil de ácidos grasos corte Lomo (% metil ésteres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.30	1.60	1.30	1.30
C18:3n6 Ácido Linolenico (gamma)	0.0	0.0	0.0	0.07
C18:3n6 Ácido Linolenico (alfa)	0.0	0.0	0.0	0.0
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	0.0	0.27	0.17	0.02
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	-----	-----	-----	-----
Relación Omega6/omega 3	0.0	5.9	7.6	68.5

Laboratorio Universidad de Concepción: el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Concepción utiliza el mismo método que el Instituto de Salud Pública de Chile. Referencia, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) A.II d, 24 – 3 julio, 1979.

Principio: metilación de ácidos grasos determinados por Cromatografía Gaseosa con detector de Ionización de llama (FID) y Columna Capilar Supelcowax de 30 mt. La expresión de resultados es mg de ácido graso metil derivado por cada 100 mg de ácidos grasos derivados del aceite analizado.

La metodología utilizada por el laboratorio de la Universidad de Concepción es similar a la que utiliza Fundación Chile, presentando las mismas limitaciones. Cabe destacar que este método es el utilizado oficialmente por el Instituto de Salud Pública.

En ambos métodos la baja de sensibilidad fue incapaz de detectar la presencia de DHA en la Carne, y el nivel de EPA lo detecta en los tratamientos con mayor contenido de grasa con AGPICL en la ración, mostrando con ello una respuesta a su inclusión.

Informe Laboratorio INTA (Universidad de Chile)

Cuadro 9 Informe INTA (Universidad de Chile) perfil de ácidos grasos corte Filete (mg 100g⁻¹)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	210	313	321,4	317
C18:3n6 Ácido Linolenico	9	14	11	12
C18:3n3 Ácido Linolenico	31	37	37	39
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	5	0	4	1
C20:3n6 Ácido Eicosatrienoico	4	12	14	21
C20:3n3 Ácido Eicosatetrienico	14	14	6	0
C20:4n6 Ácido Eicosatetraenoico	12	23	34	58
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	35	34	19,3	8
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	38	39	27	22
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	8	11	8	2
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	366	497	481,7	480
Relación omega 6/3	1,9	2,7	4,0	5,8

Cuadro 10 Informe INTA (Universidad de Chile) perfil de ácidos grasos corte Lomo (mg 100g⁻¹)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	320	226	281	164
C18:3n6 Ácido Linolenico	12	13	11	6
C18:3n3 Ácido Linolenico	39	22	30	11
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	3	7	5	1
C20:3n6 Ácido Eicosatrienoico	18	10	13	12
C20:3n3 Ácido Eicosatetrienico	3	11	5	0,0
C20:4n6 Ácido Eicosatetraenoico	47	19	28	32
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	14	26	15	4

C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	25	32	24	13
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	6	8	3	2
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	487	374	415	245
Relación omega 6/3	4,6	2,8	4,4	7,2

Cuadro 11 Informe INTA (Universidad de Chile) perfil de ácidos grasos corte Asiento (mg 100g⁻¹)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	216	190	151	151
C18:3n6 Ácido Linolenico	9	8	7	5
C18:3n3 Ácido Linolenico	31	16	11	17
C 20:2n6 Ácido Eicosadienoico	6	3	0	1
C20:3n6 Ácido Eicosatrienoico	10	11	13	13
C20:3n3 Ácido Eicosatetrienoico	15	3	1	0
C20:4n6 Ácido Eicosatetraenoico	22	28	39	43
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	51	38	24	6
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	42	32	28	15
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	9	9	9	3
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	411	338	283	254
Relación omega 6/3	1,78	2,5	2,9	5,2

Laboratorio INTA: la información entregada por el Laboratorio de Cromatografía y Lípidos del INTA (Universidad de Chile), indica que para la determinación del perfil de ácidos grasos se utiliza como método de extracción Bligh and Dyer Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 1959 vol 37 y como Método de metilación: Morrison and Lloyd. Journal of Lipid Research vol 5, 1964.

La metodología utilizada por INTA tiene mayor sensibilidad para determinar ácidos grasos en bajas concentraciones, como es el caso de EPA y DHA en alimentos corrientes. Lo anterior se fundamenta en que INTA mantiene líneas de investigación en ácidos grasos Omega 3 desde hace varios años y proyectos específicos en esta materia. Las razones anteriormente señaladas, debieran explicar que los análisis realizados por este laboratorio (Institución originalmente estipulada en el Proyecto y que por razones de disminución de costos y celeridad de entrega de resultados, fue reemplazada), muestren la presencia de EPA y DHA en la carne, en respuesta a niveles crecientes de adición en la dieta de aceites de pescado by pass con AGPICL Omega 3.

Análisis comparativos de resultados:

Los resultados expresados como % de metil ester del total de grasa. Los resultados de INTA se obtienen también como metil ester, pero se corrigen por el contenido graso de la muestra y se obtienen valores expresados como mg del ácido por unidad de muestra (carne).

A pesar de la baja sensibilidad del método utilizado por Fundación Chile y Universidad de Concepción, los resultados de Fundación Chile muestran una respuesta, puesto que con mayores niveles de inclusión de AGPICL se logran mayores niveles de EPA. En el caso de DHA, que tiene concentraciones menores en carne de vacuno y otras especies (aves y cerdos), no logra ser detectado.

La mayor sensibilidad del análisis realizado por INTA se aprecia por el nivel de detección de % de metil ester de las muestras tanto en EPA como DHA. Se estima que los antecedentes entregados anteriormente permiten concluir que la información más confiable para este caso en particular, es la entregada por INTA, avalada por la experiencia en el tema

Cuadro 12 % de metil ester de EPA y DHA en cortes de filete, lomo y asiento de vacunos alimentados con cuatro niveles de grasas bypass con AGPICL (Fuente: Laboratorio de Bromatología INTA)

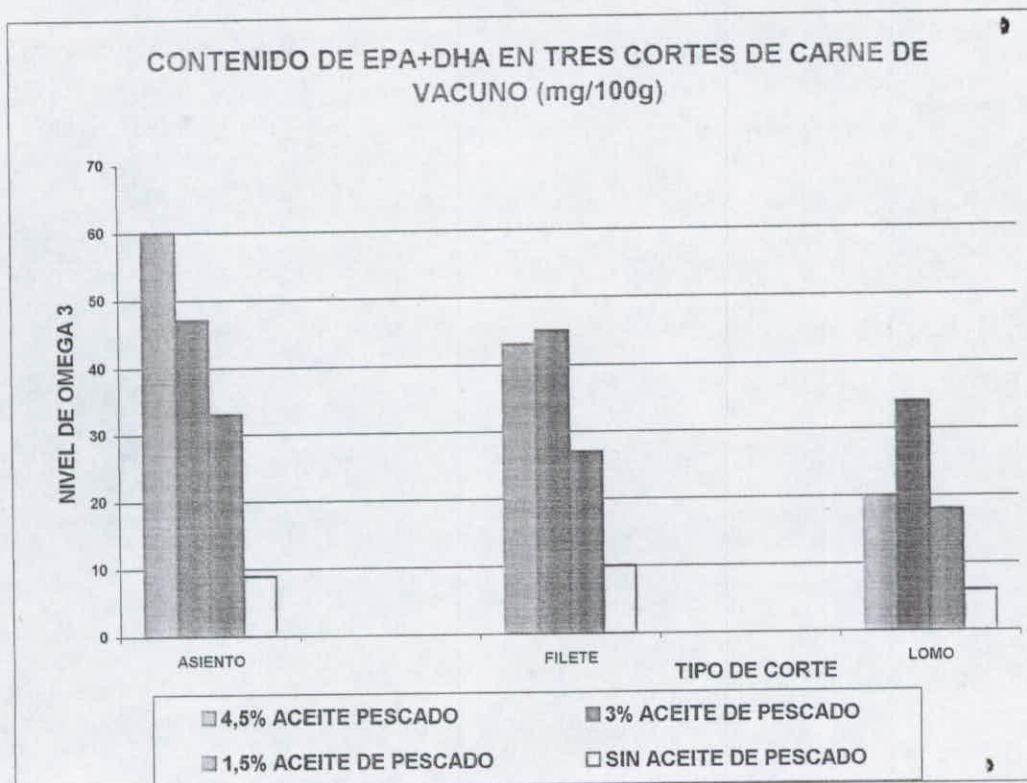
	T1	T2	T3	T4
Corte: <u>FILETE</u>				
EPA	0.558	0.378	0.197	0.069
DHA	0.131	0.125	0.087	0.021
Corte: <u>LOMO</u>				
EPA	0.134	0.414	0.128	0.055
DHA	0.055	0.130	0.03	0.030
Corte: <u>ASIENTO</u>				
EPA	0.881	0.993	0.867	0.120
DHA	0.170	0.233	0.350	0.066

De los análisis realizados, el que efectuó el Laboratorio de INTA es sin duda el más sensible y con mas experiencia en la determinación de ácidos grasos omega 3 en alimentos comunes, con menores contenidos de ellos como es la carne.

Los niveles de EPA+DHA son muy satisfactorios (Figura 3), similares a los encontrados por Mandell et al (1999) en lomo de vacuno alimentados con 5% y 10% de harina de pescado en la ración por 168 días, de 34,5 y 42,7 mg/100 gramos respectivamente, quienes tuvieron serios problemas por las características organolépticas de la carne, que no se dan en este ensayo.

La Figura 3 muestra una clara respuesta a los mayores niveles de aceite en la dieta con mayores niveles de EPA+DHA en la carne. Esta respuesta es muy directa en las muestras de asiento, sin embargo en lomo y filete de animales del T1 (4,5% de aceite en la dieta) se produce una caída afectando la tendencia que si se da en los restantes tratamientos.

Figura 3. Contenido de EPA y DHA en carne de vacunos alimentados con cuatro niveles de aceite bypass con AGPICL omega 3



Análisis organoléptico

En general se observó que la calidad sensorial de las muestras de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son buenas y corresponden a un nivel de calidad grado 1. No se percibieron aromas y sabores extraños al producto, de forma que afecte la calidad de los mismos, en cambio la textura fue el parámetro sensorial mas disminuido en la muestra del tratamiento T4. pareciendo que la incorporación de los ácidos grasos mejora significativamente la textura de las muestras.

Si se consideran las distintas evaluaciones en este ensayo, se puede concluir que la inclusión de niveles crecientes de aceite de pescado bypass, con AGPICL omega 3 en la dieta, mejora las características químicas de la carne, mejorando su valor nutritivo y otorgándole un valor agregado al estar enriquecidas con ácidos grasos omega 3, particularmente EPA y DHA que son los limitantes (por la ineficiencia de transformación a partir del ácido linolénico), logrando el gran objetivo de este Proyecto.

Al considerar los niveles de consumo, ganancia de peso, eficiencia de utilización del alimento, contenidos de EPA y DHA en la carne y las características organolépticas de la carne, se estima que el nivel mas apropiado de inclusión de este aceite bypass en la dieta es de un 3%, correspondiente al tratamiento 2.

5.2 Resultados probables al cierre del Proyecto

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Los resultados obtenidos a la fecha dan una buena y positiva respuesta a los propósitos de este proyecto, que debe complementarse con estudios que permitan conocer el tiempo que debieran consumir el aceite bypass los animales, para lograr una buena depositación de EPA y DHA al menor costo. Debiera también aclararse si la respuesta es diferente con animales con propósitos distintos como es la producción de carne y de leche.

5.3 Impactos logrados a la Fecha

Los resultados parciales del bioensayo son muy positivos, puesto que se ha logrado enriquecer la carne de rumiantes como los vacunos, con ácidos grasos insaturados de alta calidad como los omega 3 (EPA y DHA), a pesar del gran poder de hidrogenación que tiene el rumen, sin provocar alteraciones organolépticas indeseables en la carne como es el olor y sabor, e incluso mejorando la textura de ella.

5.4 Impactos probables al cierre del proyecto

El gran resultado de este Proyecto tiene un gran impacto comercial, puesto que durante la realización del Proyecto, Chile ha logrado acuerdos comerciales que son especialmente auspiciosos para la exportación de carne chilena hacia mercados exigentes como son Europa, Estados Unidos y algunos países asiáticos, que tienen una alta demanda de alimentos sanos y con valor agregado como es la carne con omega 3. Por lo anterior, a la proyección que tenía en el mercado nacional, ahora se ha abierto una más interesante.

6 Problemas enfrentados

6.1 Técnicos

El principal problema durante esta etapa fue la discontinuidad en la Línea 1 del proyecto, tendiente a lograr aceites enriquecidos, que a pesar de las dificultades que tuvo, logró un importante avance descrito en informes anteriores.

Recientemente, las diferencias detectadas en los niveles de EPA y DHA en la carne al usar metodologías de análisis diferentes, provocó dudas y desaliento, que afortunadamente han podido ser aclaradas.

6.2 Administrativos

No se han presentado problemas de este tipo en esta etapa.

6.3 De Gestión

No se han producido problemas significativos de gestión aparte de los originados por el atraso en las actividades.

7 Actividades de difusión

Hasta el momento no se han efectuado actividades de difusión, las cuales están programadas cuando se obtengan resultados concretos para difundir, que recién se logran en su primera etapa.

8 Otros Aspectos de Interés

El creciente interés en trabajar en esta área, que mayoritariamente se ha enfocado hacia la incorporación de ácido linolénico conjugado (CLA) al animal, para que éste lo transforme en EPA y DHA, mediante un proceso que es ineficiente. Las investigaciones han tomado esa orientación, pues la incorporación directa de EPA y DHA sufre la hidrogenación ruminal, y además porque las principales fuentes de estos ácidos son los productos marinos que transmiten olores y sabores que alteran la calidad de la carne. Estas limitantes con este ensayo han quedado superadas.

9 Conclusiones y Recomendaciones

Como conclusiones del presente informe se pueden mencionar:

- Se logró mejorar la carne de vacuno al enriquecerla con EPA y DHA proveniente de aceite de pescado, sin afectar las características organolépticas de ella.
- El nivel de inclusión de aceite de pescado desodorizado, estabilizado, bypass rico en AGPICL omega 3 mas apropiado de acuerdo a los resultados obtenidos es de un 3% de la ración.
- Los niveles de EPA y DHA depositados en los distintos cortes de carne evaluados, pudieran incrementarse si se logra enriquecer el aceite, que aportará mayores niveles de EPA y DHA.
- Es necesario determinar los tiempos mínimos de consumo de aceite de pescado por los vacunos, para lograr buenos niveles de EPA y DHA en la carne.

➤ **Anexo 1: Informe de asesores**

OBSERVACIONES AL INFORME TECNICO Y DE GESTION N° 4

En consideración a que el futuro del proyecto quedó condicionado a los resultados de los análisis químicos que aclararan los niveles de EPA y DHA en la carne de vacunos en reunión realizada a en Octubre pasado, se ha omitido el envío de la Carta Gantt, sujeta a cambios luego de este informe.

Chillan, 12 Diciembre 2003

FROM : LABORATORIO FUNDACION CHILE

PHONE NO. : 2185211 327

Dec. 12 2003 05:55F



Gestión de Calidad y Laboratorio S.A.
Fundación Chile

F A X

Nro. 06/2003

PARA : Sr. Fernando Borquez ,
DE : Sra Estela Salinas. - Jefe Laboratorio de Cromatografía
No. Fax : 42-273578
Fecha : Santiago, Diciembre 12 de 2003

Estimado Sr.:

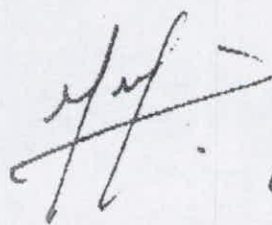
Envío a Ud., la referencia de la metodología utilizada para la determinación de perfil de ácidos grasos en carnes la cual es Oficial Methods of Analysis of AOAC International 17 th Edition-2000. Method 969.33 - GLC/FID. La metodología tiene un límite de detección de 0.0' % de metil ester es decir 0.01 g de Metil ester del ácido graso/ 100 g de grasa.

Atentamente,

Estela Salinas B
Jefe Laboratorio de Cromatografía
GCL Fundación Chile
Fono 2400325
Fax 2427643

Profesor Fdo. Borquez:

Envío datos solicitados.
Néstor Mendoza C.

 Concepción 12, 12; 2003. -

METODO ANALISIS DE ACIDOS GRASOS:

Método usado: De acuerdo al utilizado por el Instituto de Salud Pública de Chile. Referencia Unión Internacional de química pura y Aplicada (IUPAC) A. II d. 24-3 julio, 1979.

Principio: Metilación de ácidos grasos determinados por cromatografía gaseosa con detector de ionización de llama (FID) y columna capilar Supelcowax de 30 int.

Reactivo de derivación: KOH en metanol.

Cuantificación: por estandarización interna. Se obtiene directamente el porcentaje relativo de cada ácido graso.

Expresión de resultado: mg de ácido graso metilderivado por cada 100 mg de ácidos grasos derivados del aceite analizado.

**ANEXO INFORME DE AVANCE PROYECTO FIA N°4
INFORME TÉCNICO DE ASESORES
LINEA DE TRABAJO N°2 BIOENSAYOS
PROYECTO FIA**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE CARNES DE VACUNO DE ALTA
CALIDAD ENRIQUECIDAS EN ACIDOS GRASOS OMEGA 3 DE CADENA LARGA PARA
MEJORAR SU APOORTE NUTRICIONAL Y GENERAR MAYOR VALOR AGREGADO**

Diciembre de 2003

INTRODUCCIÓN

El presente informe ha sido elaborado por los asesores Ingenieros Agrónomos Fernando Bórquez L., Marcelo Doussoulin G. y Guillermo Wells M. de la Universidad de Concepción

En él se dan a conocer los aspectos técnicos particulares de la metodología empleada en la realización del primer bioensayo (ENSAYO N°1) y sus resultados parciales, dentro del marco de trabajo de la **Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.**

Metodología

La metodología propuesta al inicio del proyecto fue modificada al no disponer de grasa enriquecida (Informado y aprobado por FIA), por lo cual la ejecución del bioensayo 1 se describe como sigue:

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Durante el desarrollo del bioensayo 1 se aplicaron 5 raciones a cada tratamiento, las que trataron de ir satisfaciendo las necesidades nutritivas de los animales en los distintos estados de desarrollo, además al momento de calcular las raciones se consideró como otro factor de importancia las condiciones climáticas y la condición corporal de los animales. Respecto a las distintas estrategias de alimentación aplicadas, en general intentaron incentivar el consumo por lo que se variaba la proporción de alimento ofrecido en la mañana y en la tarde; el rango varió desde 0 a 100% del alimento entregado en la mañana, dependiendo de la edad (capacidad ruminal) de los animales.

Composición química de la dieta experimental: se efectuaron análisis de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas, y durante la fase experimental, se analizaron muestras compuestas de la dieta ofrecida y los residuos cada vez que se modificó la ración, con el objeto de verificar si la dieta entregada a los animales, satisfacía sus requerimientos.

Forma de Entrega de la Ración a los Animales: La alimentación se llevó a cabo mezclando previamente los ingredientes a utilizar en un carro forrajero de manera de hacer una ración homogénea (ración basal), para evitar rechazos de algún ingrediente. El heno y la paja se incorporaron picados al carro forrajero.

La grasa omega 3 o la grasa saturada(según corresponda a cada tratamiento) se incorporó de forma independiente a la ración basal, esparciéndola sobre la dieta en el comedero y mezclando todo manualmente con una horqueta.

La entrega de alimento se realizó dos veces al día, una en la mañana y otra en la tarde (8:30 hrs y 17:00 hrs aproximadamente). El horario de entrega fue modificado en la medida que los animales crecieron, entregándoles hacia el final del experimento el 100% de la ración en la mañana.

El residuo o rechazo de alimento se retira todos los días de los comederos, es pesado y luego se entrega el alimento fresco.

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de una estrategia para la incorporación de AGPICL omega 3 en la carne de bovino, para consumo humano.

2.1 Estudiar el efecto de la inclusión de grasas bypass con AGPICL (EPA y DHA) provenientes de aceites de pescado, en distintos niveles en la dieta de bovinos de carne

Bioensayo N° 1: "Estudio del efecto de la incorporación de AGPICL omega 3 con grasas bypass, de una fuente de AGPICL proveniente de aceite de pescado sin enriquecimiento": se estudiaron diferentes niveles de inclusión de AGPICL (0%, 1.5%, 3% y 4.5% de aceite en la ración) cuya fuente es el aceite normal.

El bioensayo N° 1 se inicio la primera quincena de Enero con la compra de 50 animales híbridos de razas de carne, los que tuvieron un periodo de acostumbramiento, consumiendo una dieta que varió desde un 80% de heno y 20% de la ración basal, hasta que consumieron un 100% de dieta basal a los 14 días. Durante éste periodo los animales fueron sometidos a los siguientes manejos:

- ⇒ **Castración:** a los animales que estaban enteros se les extirparon los testículos. Su objetivo fue el tener animales mas dóciles y tranquilos.
- ⇒ **Vacunación:** se usó una vacuna múltiple contra Mancha, Hemoglobinuria, Clostridium, etc. De manera de prevenir la aparición de cualquier infección o enfermedad durante el desarrollo del ensayo.
- ⇒ **Desparasitación:** se les aplicó antiparasitarios contra endoparásitos hepáticos y broncopulmonares.
- ⇒ **Identificación:** los animales fueron identificados, utilizando la numeración correspondiente a la Trazabilidad, con lo cual tienen una numeración visual y otro arete con la numeración magnética.
- ⇒ **Pesaje:** se efectuó individualmente (sin destare, sólo referencial) lo que permitió seleccionar los animales y eliminar del ensayo aquellos de pesos extremos.

Las evaluaciones del bioensayo 1 se iniciaron el viernes 31 de Enero de 2003, cuando los animales fueron destarados por 12-14 horas (sin comida ni agua) desde las 18:00 horas del día anterior y luego pesados a las 8:30 de la mañana del día siguiente. Los animales fueron pesados de forma individual.

Una vez realizados los manejos antes mencionados, los 50 animales fueron ordenados según sus pesos, para luego asignar 10 a cada tratamiento, usando el método de distribución en "serpentin", eliminando los animales con pesos extremos, así los cuatro tratamientos quedaron con pesos promedio por animal similar (253 Kg).

Tratamientos: Los tratamientos de este ensayo están definidos por el consumo de las dietas experimentales, que representan los niveles de inclusión de aceites marinos en 0% (Testigo), 1,5%; 3% y 4,5% de la dieta, base materia seca.

T4: Dieta basal + 4,5% grasas bypass sin AGPICL + **0% grasas bypass CON AGPICL**

T3: Dieta basal + 3% grasas bypass sin AGPICL + **1,5% grasas bypass CON AGPICL**

T2: Dieta basal + 1,5% grasas bypass sin AGPICL + **3% grasas bypass CON AGPICL**

T1: Dieta basal + 0% grasas bypass sin AGPICL + **4,5% grasas bypass CON AGPICL**

Variaciones de Peso Vivo: Las variaciones de peso vivo de todos los animales se realizó cada 14 días, con un destare previo de 14 horas (sin agua ni alimento).

Consumo de alimento: Corresponde al alimento ofrecido menos los residuos. Se hicieron evaluaciones en forma diaria por tratamiento y los resultados se expresan como consumo diario promedio por semana.

Peso a sacrificio

De cada tratamiento se eligieron los 6 animales con mayor peso, los que fueron identificados nuevamente antes de enviarlos a faena.

Faena de los animales

Una vez seleccionados los animales que serían sacrificados (24 animales), fueron trasladados a la planta faenadora donde permanecieron 6 horas antes de ser procesados.

Antes de iniciar la faena los animales fueron pesados individualmente (peso vivo antes de faena) para posteriormente determinar los rendimientos de canal fría y caliente.

En la faena se utilizó el procedimiento normal que realiza la planta, donde los animales ingresan vivos en unos de los extremos de la línea de matanza y salen faenado en el otro (se insensibiliza, desangra, descuera, desviscera, se lava y examina). Este es un proceso rápido (15 a 20 minutos) que esta supervisado por personal del SAG, el que detecta enfermedades y anomalías en los animales.

Observaciones y obtención de muestras

Al final de la línea de matanza se obtuvo muestras de grasa renal de todos los animales para la determinación de ácidos grasos.

Una vez que los animales se terminaron de faenar, las canales fueron pesadas en caliente y luego ser sometidas a un golpe de frío por 24 ó 48 horas, en cámara refrigeradas. Pasado ese periodo de tiempo las canales fueron vueltas a pesar (peso canal fría) y se les realizó las determinaciones de:

- Área del ojo del lomo
- Grasa de cobertura
- Grado de marmóreo
- pH

Finalmente, las canales fueron despostadas, momento en que se extrajeron las muestras de lomo, filete, asiento y grasa dorsal, que fueron envasadas al vacío para su posterior análisis, determinación de ácidos grasos y pH (a cada corte) y evaluación sensorial.

Las muestras de carne que se analizaran a los 15 y 45 días luego de ser envasadas al vacío, fueron mantenidas en una conservadora a una temperatura que osciló entre los 1 y 4 °C.

3 Evaluación sensorial de carnes de vacuno enriquecida con ácidos grasos Omega 3.

Para realizar las evaluaciones se utilizó un panel de 12 jueces entrenados pertenecientes al INTA. Las evaluaciones se realizaron en la mañana alrededor de las 11:00 horas.

Los distintos cortes de carne y concentraciones se definieron en forma aleatoria. Las muestras fueron sometidas a cocción en olla a presión por un tiempo estandarizado (alrededor de 25 min.) con un volumen mínimo y definido de agua y una concentración de sal del 1 %.

Con el propósito de mantener la cadena de frío, las muestras fueron descongeladas a temperatura de refrigeración el día anterior a la evaluación.

Muestras: Se realizaron en seis sesiones de evaluación de las características sensoriales de las distintas muestras de carnes de vacuno cuyas dietas han sido enriquecidas con aceite de pescado. En cada sesión se evaluaron dos cortes: lomo, asiento y /o filete, de acuerdo a la selección aleatoria que se presenta a continuación:

Calidad organoléptica:

El test usado fue el de valoración - descriptivo, con escala de Karlsruhe en amplitud de 9 puntos, en la cual 1 indica que el parámetro evaluado está muy disminuido y 9 que cumple con lo óptimo para el producto. Por ejemplo 1 para apariencia significa: "Degradación completa y pérdida de la forma" y 9 "excelente, muy típica, muy uniforme".

Este test permite calificar las muestras en distintos grados de calidad. Calidad grado 1, si el producto cumple con las características típicas y las notas son entre 9, 8 y 7. Calidad grado 2, si el deterioro es tolerable y los valores son entre 6, 5 y 4. Calidad grado 3, si el deterioro es indeseable con valores que están entre 3, 2 y 1.

Los parámetros medidos fueron: apariencia, sabor, aroma, textura, presencia de sabores y olores extraños.

Para la identificación de sabores y olores extraños se empleó una escala no estructurada con un rango de 5 puntos. La cual va desde "ninguno" a "intenso", en presencia de sabores o aromas extraños.

Análisis estadístico: Los resultados se analizaron estadísticamente empleando análisis de varianza (ANOVA) (Programa Statgraphics 5.1) y cuando se encontraron diferencias significativas se utilizó un test de rango múltiple para detectar entre que muestras se encontraban las diferencias.

1 Resultados

Se analizan a continuación los resultados obtenidos y los esperados para la línea de trabajo del proyecto.

1.1 Resultados

Línea de Trabajo 2: Desarrollo de las raciones óptimas y la estrategia de alimentación, con grasas by pass de aceite de pescado, para aplicar en las unidades de bioensayos e incorporar niveles significativos de AGPICL omega 3 en la carne de vacuno.

Formulación de las Dietas.

Desde el inicio del ensayo hasta el término de él se formularon cinco dietas, de acuerdo al comportamiento de consumo y ganancia de peso que los animales fueron teniendo frente a cada formulación.

A continuación se detalla cada una de las formulaciones y la causa de su cambio.

Dieta 1.

La dieta inicial, se ofreció desde el inicio de las evaluaciones (31 de enero de 2003) por 4 días (3 de febrero de 2003).

Para la formulación de la dieta 1 se consideraron^{*} novillos con un peso promedio de 250 kg y ganancia diaria de 1,2 kg, traduciéndose en los siguientes requerimientos (NRC, 2000) :

Consumo (kg MS)	: 7,3
Proteína Cruda (%)	: 12,0 - 13,5
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	: 2,50
Fibra Cruda (%)	: mayor a 15 menor a 25
Fibra Detergente Ácido (%)	: mayor a 17 menor a 30

Cuadro 1 Composición química de los alimentos usados en la formulación de la dieta 1 (BMS)¹.

Alimento	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg)	Fibra Cruda (%)	Fibra Detergente Ácido (%)
Afrechillo de Trigo	87	15,80	2,66	11,00	15,00
Ensilaje de Maiz	30	7,60	2,61	22,70	29,40
Heno de Ballica	85	7,60	2,00	26,00	30,00
Melazan	78	15,4	3,04	0	0
Urea	100	280*	0	0	0
Afrecho de soya	89	48,6	3,07	7	10
Grasa	100	0	7,3	0	0
Paja de Trigo	85	5	1,7	44	54

^{*} Se considero una eficiencia de utilización de un 65 % (180 % PC)¹ Datos referenciales de tabla de composición de los alimentos.

Cuadro 2 Dieta 1.

RACION 1 (31.01.2003)				
Alimentos	Kg M.V.	Kg M.S.	Kg P.C.	Mcal E.met.
PAJA DE TRIGO	0,70	0,60	0,03	1,00
ENSILAJE MAIZ	8,50	2,55	0,19	6,40
HENO BALLICA	2,80	2,38	0,18	4,80
AFRECHILLO DE TRIGO	1,50	1,31	0,21	3,50
GRASA OMEGA 3 BY PASS	0,33	0,33		2,50
ANASAL STANDAR	0,05	0,05		
UREA	0,10	0,01	0,28	
KILOS TOTALES	14,00	7,30	0,90	18,1
Concentración (%)			12,20	2,48

	T1	T2	T3	T4
	CORRAL 1	CORRAL 2	CORRAL 3	CORRAL 4
CONSUMO GRASA				
GRASA OMEGA (g/animal/día)	330	220	110	
GRASA SATURADA (g/animal/día)		110	220	330

Dieta 2.

La dieta 2, se ofreció desde el 4 al 28 de febrero de 2003. La formulación 1 fue cambiada debido al alto porcentaje de la dieta rechazada por los animales (cerca del 30%).

Para la formulación de la ración 2 se consideraron novillos con un peso promedio de 250 kg y ganancia diaria de 1,2 kg, traduciéndose en los siguientes requerimientos (NRC, 2000):

Consumo (kg MS)	: 5,9
Proteína Cruda (%)	: 12,0 - 13,5
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	: 2,55
Fibra Cruda (%)	: mayor a 15 menor a 25
Fibra Detergente Ácido (%)	: mayor a 17 menor a 30

Los alimentos utilizados y su composición fue la misma de la dieta 1.

Cuadro 3 Dieta 2.

RACION 2 (04.02.2003)				
Alimentos	Kg M.V.	Kg M.S.	Kg P.C.	Mcal E.met.
ENSILAJE MAIZ	7,00	2,10	0,16	5,30
HENO BALLICA	2,50	2,13	0,16	4,30
AFRECHILLO DE TRIGO	1,50	1,31	0,21	3,50
GRASA OMEGA 3 BY PASS	0,26	0,26		1,90
ANASAL STANDAR	0,05	0,05		
UREA	0,10	0,01	0,28	
KILOS TOTALES	11,40	5,90	0,81	15,00
Concentración (%)			13,60	2,64

	T1	T2	T3	T4
CONSUMO GRASA	CORRAL 1	CORRAL 2	CORRAL 3	CORRAL 4
GRASA OMEGA (g/animal/día)	270	180	90	
GRASA SATURADA (g/animal/día)		90	180	270

Dieta 3.

La dieta 3, se ofreció desde el 28 de febrero de 2003 al 07 de mayo de 2003. Debido a que los animales aumentaron de peso y consumo, se cambio la ración aumentando la cantidad ofrecida por animal y concentrando el aporte de algunos nutrientes.

Para la formulación de la dieta 3 se consideraron novillos con un peso promedio de 260 kg y ganancia diaria de 1,2 kg, traduciéndose en los siguientes requerimientos (NRC, 2000) :

Consumo (kg MS)	: 7,3
Proteína Cruda (%)	: 12 - 13,5
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	: 2,55
Fibra Cruda (%)	: mayor a 15 menor a 25
Fibra Detergente Ácido (%)	: mayor a 17 menor a 30

Los alimentos utilizados y su composición fue la misma de la dieta 1.

Cuadro 4 Dieta 3.

RACION 3 (28.02.2003)				
Alimentos	Kg M.V.	Kg M.S.	Kg P.C.	Mcal E.met.
ENSILAJE MAIZ	9,00	2,70	0,21	6,80
HENO BALICA	2,75	2,34	0,18	4,70
AFRECHILLO DE TRIGO	2,10	1,83	0,29	4,90
GRASA OMEGA 3 BY PASS	0,33	0,33		2,50
ANASAL ESTÁNDAR	0,05	0,05		
UREA	0,10	0,01	0,28	
KILOS TOTALES	14,30	7,30	0,96	18,9
Concentración (%)			13,0	2,59

	T1	T2	T3	T4
CONSUMO GRASA	CORRAL 1	CORRAL 2	CORRAL 3	CORRAL 4
GRASA OMEGA (g/animal/día)	330	220	110	
GRASA SATURADA (g/animal/día)		110	220	330

Dieta 4.

La dieta 4, se ofrece desde el 08 de mayo al 18 de julio de 2003. El cambio de ración se realizó para aumentar la cantidad ofrecida por animal y concentrar el aporte de algunos nutrientes, debido a que los animales aumentaron de peso y consumo, y a que no alcanzaban a ganar lo propuesto.

Para la formulación de la dieta 4 se consideraron novillos con un peso promedio de 320 kg y ganancia diaria de 1,4 kg, traduciéndose en los siguientes requerimientos (NRC, 2000) :

Consumo (kg MS)	: 10,0
Proteína Cruda (%)	: 12,5 - 13,5
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	: 2,60
Fibra Cruda (%)	: mayor a 15 menor a 25
Fibra Detergente Ácido (%)	: mayor a 17 menor a 30

Cuadro 5 Composición química de los alimentos usados en la formulación de la dieta 4 (BMS).

Alimento	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Cenizas (%)	Fibra Detergente Neutro (%)	Fibra Detergente Ácido (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg)
Afrechillo Trigo	90,38	12,42	2,49	3,31	57,57	13,96	2,68
Ensilaje Maiz	45,53	5,47	5,21	3,14	24,34	29,75	2,27
Heno Ballica	91,49	12,61	2,38	8,76	60,70	37,28	1,98
Melazan ¹	78,00	15,40	0,50	14,10			3,04
Urea ¹	100	280*					
Grasa ¹	100						7,30

*Se considero una eficiencia de utilización de un 65 % (180 % PC)., ¹ Datos referenciales .

Cuadro 6 Dieta 4.

RACION 4 (08.05.2003)				
Alimentos	Kg M.V.	Kg M.S.	Kg P.C.	Mcal E.met.
ENSILAJE MAIZ	10,0	3,80	0,23	8,60
HENO BALLICA	2,0	1,83	0,25	3,60
AFRECHILLO DE TRIGO	3,3	2,98	0,41	8,00
GRASA OMEGA 3 BY PASS	0,45	0,45		3,40
ANASAL STANDAR	0,05	0,05		
UREA	0,1	0,01	0,28	
KILOS TOTALES	14,0	9,12	1,17	23,60
Concentración (%)			12,8	2,59

	T1	T2	T3	T4
	CORRAL 1	CORRAL 2	CORRAL 3	CORRAL 4
CONSUMO GRASA				
GRASA OMEGA (g/animal/día)	330	220	110	
GRASA SATURADA (g/animal/día)		110	220	330

Dieta 5

La dieta 5, se ofreció desde el 18 de julio de 2003 hasta el final del ensayo. El cambio de ración se realizó para aumentar la cantidad ofrecida por animal y concentrar el aporte de algunos nutrientes, debido a que los animales aumentaron de peso y consumo.

Para la formulación de la dieta 5 se consideraron novillos con un peso promedio de 400 kg y ganancia diaria de 1,2 kg, traduciéndose en los siguientes requerimientos (NRC, 2000):

Consumo (kg MS)	: 13,5
Proteína Cruda (%)	: 12,5 - 13,5
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	: 2,6
Fibra Cruda (%)	: mayor a 15 menor a 25
Fibra Detergente Ácido (%)	: mayor a 17 menor a 30

Cuadro 5 Composición química de los alimentos usados en la formulación de la dieta 5 (BMS).

Alimento	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Cenizas (%)	Fibra Detergente Neutro (%)	Fibra Detergente Ácido (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg)
Afrechillo Trigo	90,38	12,42	2,49	3,31	57,57	13,96	2,68
Ensilaje Maíz	45,53	5,47	5,21	3,14	24,34	29,75	2,27
Heno Ballica	91,49	12,61	2,38	8,76	60,70	37,28	1,98
Melazan ¹	78,00	15,40	0,50	14,10			3,04
Urea ¹	100	280*					
Grasa ¹	100						7,30

*Se considero una eficiencia de utilización de un 65 % (180 % PC)., ¹ Datos referenciales.

Cuadro 6 Dieta 5.

RACION 5 (18.07.2003)				
Alimentos	Kg M.V.	Kg M.S.	Kg P.C.	Mcal E.met.
ENSILAJE MAIZ	15,0	5,70	0,34	12,9
HENO BALLICA	1,5	1,37	0,19	2,70
AFRECHILLO DE TRIGO	4,5	4,07	0,56	10,90
GRASA OMEGA 3 BY PASS	0,6	0,60		4,50
ANASAL STANDAR	0,05	0,05		
UREA	0,1	0,1	0,28	0,00
MELAZAN	2,0	1,56	0,26	4,70
KILOS TOTALES	23,8	13,4	1,63	35,7
Concentración (%)			12,1	2,66

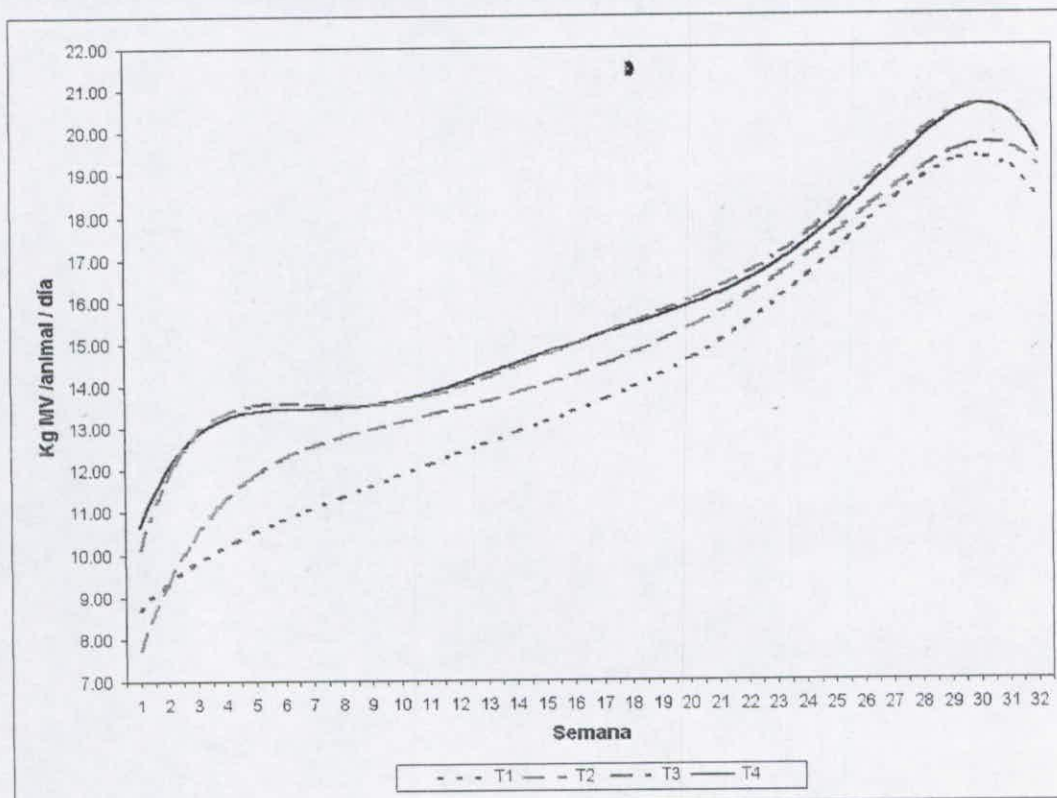
	T1	T2	T3	T4
CONSUMO GRASA	CORRAL 1	CORRAL 2	CORRAL 3	CORRAL 4
GRASA OMEGA (g/animal/día)	600	400	200	
GRASA SATURADA (g/animal/día)		200	400	600

Consumo de alimento.

Cuadro 7. Consumo promedio de alimento por semana y por tratamiento (kg MV animal⁻¹ día⁻¹), y total del periodo de ensayo (Kg MV animal⁻¹)

Fecha	Semana	T1	T2	T3	T4
01 al 07-02	1	9.16	8.07	10.32	11.07
08 al 14-02	2	8.73	8.88	11.49	11.29
15 al 21-02	3	9.81	10.69	13.21	13.19
22 al 28-02	4	9.74	10.76	12.93	12.61
01 al 07-03	5	10.93	12.46	13.81	13.87
08 al 14-03	6	10.63	11.54	13.39	13.33
15 al 21-03	7	11.74	13.66	14.00	14.00
22 al 28-03	8	11.39	12.74	13.43	13.43
29 al 04-04	9	12.57	13.56	14.00	14.00
05 al 11-04	10	11.53	13.03	13.43	13.43
12 al 18-04	11	12.06	13.09	13.91	13.91
19 al 25-04	12	11.36	12.51	13.34	13.26
26 al 02-05	13	11.95	13.40	14.00	14.00
03 al 09-05	14	12.26	12.87	13.43	13.43
10 al 16-05	15	13.59	14.91	16.00	16.00
17 al 23-05	16	14.00	14.66	15.14	15.14
24 al 30-05	17	14.40	15.44	15.93	16.00
31 al 06-06	18	13.80	14.67	15.14	15.14
07 al 13-06	19	15.31	15.57	16.00	16.00
14 al 20-06	20	14.39	14.66	15.14	15.14
21 al 27-06	21	14.76	15.50	16.00	16.00
28 al 04-07	22	S/I	S/I	S/I	S/I
05 al 11-07	23	14.80	16.16	18.32	17.83
12 al 18-07	24	14.75	15.60	16.22	16.11
19 al 25-07	25	19.28	19.30	18.88	18.71
26 al 01-08	26	18.00	18.10	17.84	17.33
02 al 08-08	27	18.87	19.20	20.30	20.30
09 al 15-08	28	18.10	18.41	19.53	19.53
16 al 22-08	29	19.74	19.84	20.97	20.97
23 al 29-08	30	18.57	18.79	19.59	19.59
30 al 05-09	31	19.56	20.33	21.03	21.03
06 al 11-09	32	18.28	19.00	19.37	19.37
TOTAL PERIODO		3038	3202	3403	3395

Figura 1: Consumo promedio de Alimento por tratamiento. (Kg MV/ animal / día)



Los antecedentes nos muestran un comportamiento diferente, con un menor consumo del grupo con mas omega 3 y el mayor consumo en los animales cuyas dietas incluía 1,5% de omega 3 (T3) o no lo contenían, diferencias que van disminuyendo en el tiempo y tienden a acercarse. Los animales con 3% de omega 3 comenzaron con un menor consumo el que se incrementó al punto que de a partir de la séptima semana fue similar al tratamiento 4.

Al parecer el periodo de acostumbramiento no logró ser completo para animales que consumían más grasa bypass en la dieta. Se ha podido observar también que el tipo de animal, particularmente su capacidad digestiva tiene una enorme influencia en el nivel de consumo, lo cual se pudiera remediar al usar en la primera etapa del ensayo raciones de menor volumen, especialmente las primeras cuatro semanas.

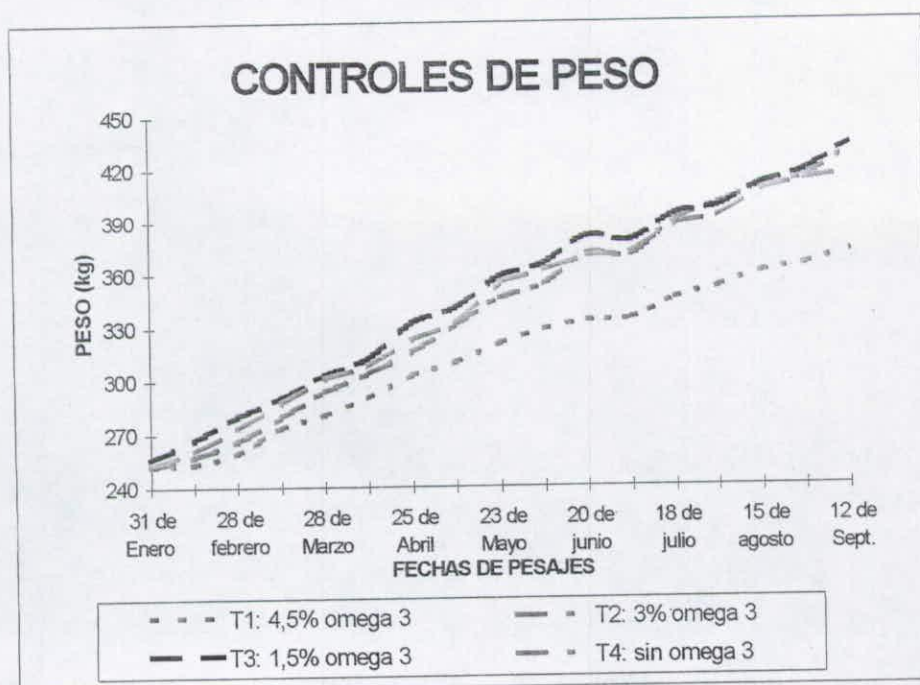
Variaciones de peso

El comportamiento en el consumo de alimento de los animales se vio reflejado en las variaciones de peso.

Cuadro N° 8 Variaciones de peso vivo y ganancia total en el periodo de ensayo (kg animal⁻¹)

FECHA	T1	T2	T3	T4
31-01-03	252.0	252.0	255.8	252.2
14-02-03	253.1	257.1	266.8	260.3
28-02-03	259.3	266.0	279.9	272.7
14-03-03	273.1	279.6	289.9	287.0
28-03-03	280.6	293.7	302.9	301.0
11-04-03	290.0	303.4	312.1	307.5
25-04-03	302.4	315.6	332.0	322.4
09-05-03	309.8	330.7	340.4	331.2
23-05-03	320.3	345.8	357.8	354.8
06-06-03	327.9	353.7	365.4	361.7
20-06-03	333.1	370.6	381.0	369.6
04-07-03	334.2	369.9	378.5	370.9
18-07-03	345.5	389.8	393.3	387.9
01-08-03	351.7	399.4	397.7	391.6
15-08-03	360.3	409.2	410.2	406.8
29-08-03	364.1	414.3	417.6	412.3
12-09-03	372.0	429.1	432.7	416.3
Gan. / periodo	120.0	177.1	176.9	164.1

Figura 2. Peso vivo acumulado en el periodo experimental.



En el cuadro 8 y figura 2, se observa que los animales de los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron la misma tendencia en aumento de peso, logrando similares pesos finales (T2= 429 kg, T3=432 kg y T4=416). Los animales del tratamiento 1 mostraron las menores ganancias de peso durante todo el periodo de evaluación, llegando a un peso final de 372 kg. Esta diferencia puede atribuirse a los menores consumos de alimento que se suscitaron desde el inicio del ensayo, retrasando el crecimiento de los animales.

Cuadro 9. Eficiencia de conversión (kg peso vivo kg alimento⁻¹) y conversión alimenticia (kg alimento kg peso vivo⁻¹) promedio de cada tratamiento para el periodo de ensayo.

	T1	T2	T3	T4
Consumo (kg)	3038	3202	3403	3395
Ganancia de Peso (kg)	120.0	177.1	176.9	164.1
Eficiencia de Conversión	0.04	0.06	0.05	0.05
Conversión alimenticia (kg/kg)	25.3	18.1	19.2	20.7

En el cuadro 9, se observa que el tratamiento 2 fue el que presentó las mejores eficiencia de conversión (0,06), seguido del 3 y 4 (0,05). Cabe hacer notar la baja eficiencia lograda por los animales del tratamiento 1, atribuible a sus bajas ganancias de peso. Lo mismo se observa en conversión alimenticia.

Cuadro 10 Evaluaciones *post-mortem* promedios por tratamiento

	T1	T2	T3	T4
Peso Pre- Faena	390.5	444.5	445.8	433.7
Peso Canal (kg)				
Caliente	224.5	258.3	253.5	247.7
Fría	218.5	251.7	246.7	241.2
Rendimiento Canal				
Caliente (%)	57.5	58.1	56.9	57.1
Fría (%)	55.96	56.63	55.33	55.62
Grasa de cobertura				
Grado	1.00	1.00	1.00	1.00
Espesor (cm)	0.59	0.78	0.65	0.63
Área ojo del lomo (pulg ²)	15.50	17.17	16.67	17.50
pH				
Canal	5.75	5.75	5.60	5.81
Filete	5.90	5.90	5.90	5.90
Lomo	6.00	6.00	5.90	6.00
Asiento	5.80	5.80	5.80	5.90

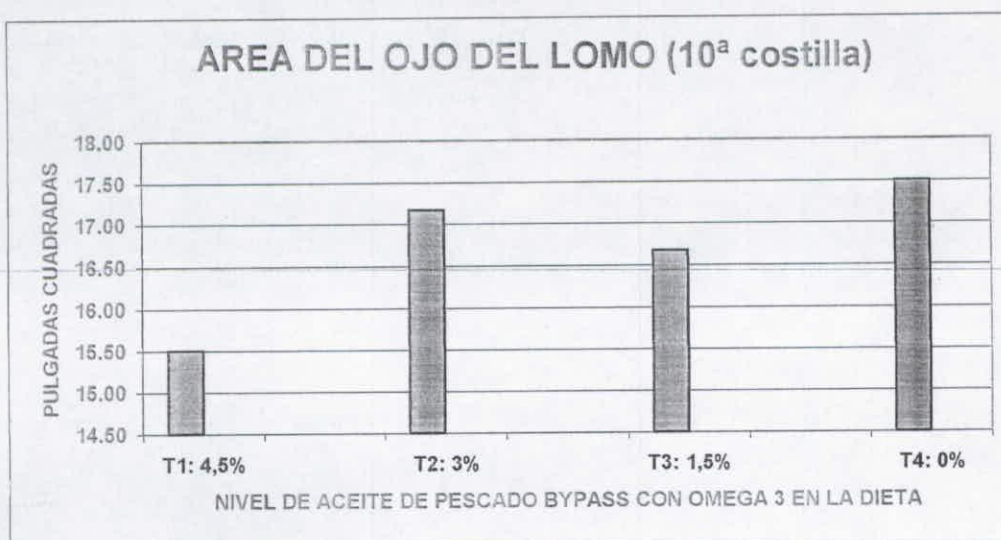
En el cuadro 10 se observa un peso de canal mayor para animales de T2, T3 y T4, comparado con los de T1, coincidente con los mayores pesos alcanzados durante el ensayo. Sin embargo, el rendimiento de canal no muestra estas diferencias y los animales de T1, con canales mas chicas tienen rendimientos similares a los del resto de los tratamientos.

Todos los animales del ensayo logran una buena cobertura de grasa (grado 1) a los pesos que se faenaron, llamando la atención los animales del T1, que con canales bastante menores al resto, tiene una cobertura de grasa similar, lo que pudiera significar un mejor engarzamiento para animales con grasa con AGPICL a ese peso (390,5 kg peso vivo). El espesor de la grasa dorsal a nivel de la 10ª costilla es bastante superior en animales del T3.

Coincidente con otros parámetros evaluados, el área del ojo del lomo (10ª costilla), es superior en T2, T3 y T4.

La mayor proporción de animales, para todos los tratamientos, presentaron carnes entre un 50-100 % de marmóreo, lo que es considerado buenos para las condiciones de mercado actuales.

Figura 3 Área del ojo del lomo



RESULTADOS PERFIL DE ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS

En los siguientes cuadros se presentan los valores promedios de los resultados de los análisis de ácidos grasos poliinsaturados en los cortes de filete, lomo y asiento respectivamente.

Cuadro 11 Informe INTA (Universidad de Chile) perfil de ácidos grasos corte Filete (mg 100g⁻¹)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	210	313	321,4	317
C18:3n6 Ácido Linolenico	9	14	11	12
C18:3n3 Ácido Linolenico	31	37	37	39
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	5	0	4	1
C20:3n6 Ácido Eicosatrienoico	4	12	14	21
C20:3n3 Ácido Eicosatetrienico	14	14	6	0
C20:4n6 Ácido Eicosatetraenoico	12	23	34	58
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	35	34	19,3	8
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	38	39	27	22
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	8	11	8	2
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	366	497	481,7	480
Relación omega 6/3	1,9	2,7	4,0	5,8

Cuadro 12 Informe Fundación Chile perfil de ácidos grasos corte Filete (% metil esteres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	2.23	2.36	1.87	1.64
C18:3n6 Ácido Linolenico	0.93	1.07	0.73	0.45
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	0.24	0.23	0.13	0.04
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	0.09	-----	-----	-----
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	0.26	-----	-----	-----
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	-----	-----	-----	-----
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	3.75	3.66	2.73	2.13

Cuadro 13 Informe Universidad de Concepción perfil de ácidos grasos corte Filete (% metil esteres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.00	1.40	1.60	1.40
C18:3n6 Ácido Linolenico (gamma)	0.30	0.10	0.00	0.00
C18:3n6 Ácido Linolenico (alfa)	0.45	0.00	0.00	0.00
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	0.30	0.20	0.07	0.09
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	-----	-----	-----	-----
Relación Omega6/omega 3	1.70	7.5	22.9	15.6

Cuadro 14 Informe INTA (Universidad de Chile) perfil de ácidos grasos corte Lomo (mg 100g⁻¹)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	320	226	281	164
C18:3n6 Ácido Linolenico	12	13	11	6
C18:3n3 Ácido Linolenico	39	22	30	11
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	3	7	5	1
C20:3n6 Ácido Eicosatrienoico	18	10	13	12
C20:3n3 Ácido Eicosatetrienoico	3	11	5	0,0
C20:4n6 Ácido Eicosatetraenoico	47	19	28	32
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	14	26	15	4
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	25	32	24	13
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	6	8	3	2
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	487	374	415	245
Relación omega 6/3	4,6	2,8	4,4	7,2

Cuadro 15 Informe Fundación Chile perfil de ácidos grasos corte Lomo (% metil esteres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.93	1.92	1.85	1.52
C18:3n6 Ácido Linolenico	0.88	0.79	0.63	0.27
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	0.20	0.22	0.15	0.04
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	0.05	0.06	0.03	-----
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	0.04	-----	-----	-----
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	-----	-----	-----	-----
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	3.10	2.99	2.66	1.83

Cuadro 16 Informe Universidad de Concepción perfil de ácidos grasos corte Lomo (% metil esteres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.90	1.70	1.40	0.80
C18:3n6 Ácido Linolenico (gamma)	0.41	0.00	0.00	0.00
C18:3n6 Ácido Linolenico (alfa)	0.52	0.17	0.20	0.09
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	0.13	0.00	0.00	0.00
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	-----	-----	-----	-----
Relación Omega6/omega 3	3.6	10.0	7.0	8.9

Cuadro 17 Informe INTA (Universidad de Chile) perfil de ácidos grasos corte Asiento (mg 100g⁻¹)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	216	190	151	151
C18:3n6 Ácido Linolenico	9	8	7	5
C18:3n3 Ácido Linolenico	31	16	11	17
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	6	3	0	1
C20:3n6 Ácido Eicosatrienoico	10	11	13	13
C20:3n3 Ácido Eicosatetrienoico	15	3	1	0
C20:4n6 Ácido Eicosatetraenoico	22	28	39	43
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	51	38	24	6
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	42	32	28	15
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico (DHA)	9	9	9	3
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	411	338	283	254
Relación omega 6/3	1,78	2,5	2,9	5,2

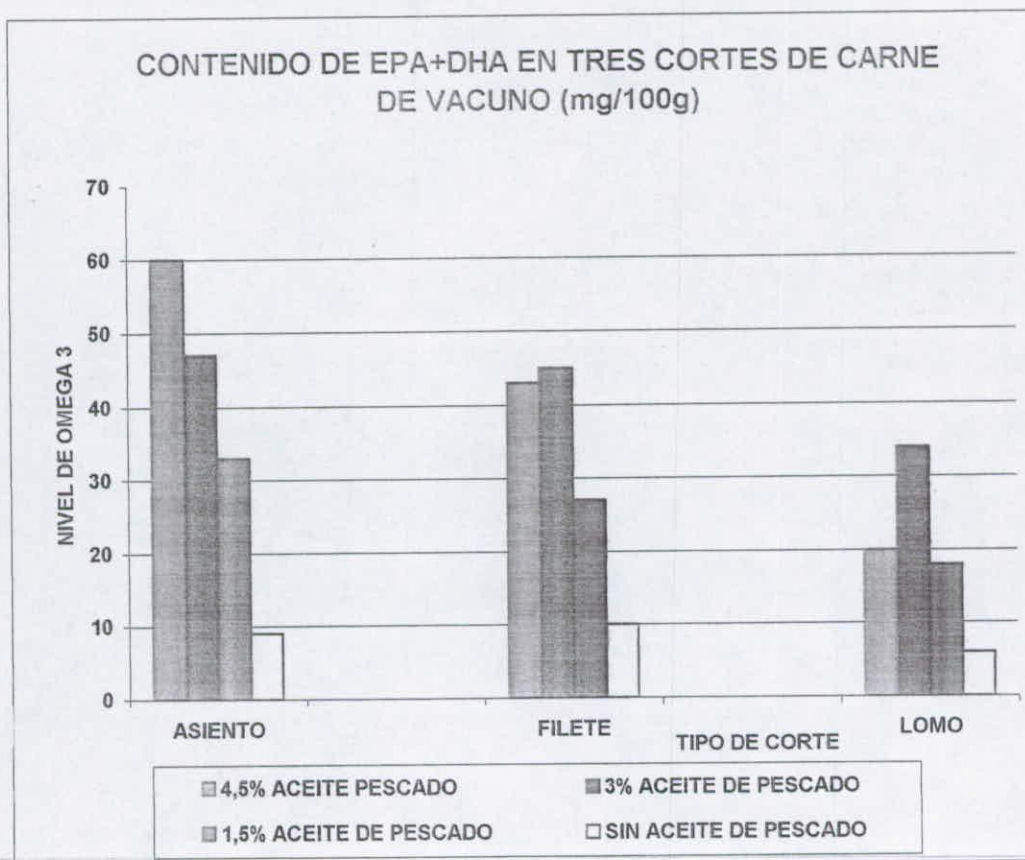
Cuadro 18 Informe Fundación Chile perfil de ácidos grasos corte Asiento (% metil esterres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	2.41	2.16	1.65	1.11
C18:3n6 Ácido Linolenico	1.15	0.96	0.68	0.54
C20:2n6 Ácido Eicosadienoico	0.23	0.19	0.08	0.04
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	0.06	0.05	0.02	-----
C22:5n3 Ácido Docosapentaenoico	0.07	0.09	0.05	-----
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	-----	-----	-----	-----
Total Ac. Grasos Poliinsaturados	3.92	3.45	2.48	1.69

Cuadro 19 Informe Universidad de Concepción perfil de ácidos grasos corte Lomo (% metil esterres)

	T1	T2	T3	T4
C18:2n6 Ácido Linoleico	1.30	1.60	1.30	1.30
C18:3n6 Ácido Linolenico (gamma)	0.0	0.0	0.0	0.07
C18:3n6 Ácido Linolenico (alfa)	0.0	0.0	0.0	0.0
C20:5n3 Ácido Eicosapentaenoico	0.0	0.27	0.17	0.02
C22:6n3 Ácido Docosahexaenoico	-----	-----	-----	-----
Relación Omega6/omega 3	0.0	5.9	7.6	68.5

Figura 4. Contenido de EPA y DHÁ en carne de vacuno



La mayor sensibilidad del análisis realizado por INTA se aprecia por el nivel de detección de % de metil ester de las muestras tanto en EPA como DHA. Se estima que los antecedentes entregados anteriormente permiten concluir que la información más confiable para este caso en particular, es la entregada por INTA, avalada por la experiencia en el tema

Cuadro 20. %de metil ester de EPA y DHA en cortes de filete, lomo y asiento de vacunos alimentados con cuatro niveles de grasas ^bbypass con AGPICL (Fuente: Laboratorio de Bromatología INTA)

	T1	T2	T3	T4
Corte: <u>FILETE</u>				
EPA	0.558	0.378	0.197	0.069
DHA	0.131	0.125	0.087	0.021
Corte: <u>LOMO</u>				
EPA	0.134	0.414	0.128	0.055
DHA	0.055	0.130	0.03	0.030
Corte: <u>ASIENTO</u>				
EPA	0.881 ^b	0.993	0.867	0.120
DHA	0.170	0.233	0.350	0.066

Resultados Análisis Organoléptico

En los siguientes cuadros se presentan los valores promedios de los resultados del test de valoración de calidad en cortes de lomo, asiento y filete respectivamente; los valores corresponden al promedio de doce panelistas que participaron en cada una de las evaluaciones.

Cuadro 20 Test de valoración de calidad en cortes de lomo de vacuno.*

Tratamiento	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura
T1	6.9 ^a	7.1 ^a	7.1 ^a	7.3 ^a
T2	7.3 ^a	7.3 ^a	7.0 ^a	7.2 ^a
T3	6.8 ^a	6.9 ^a	7.2 ^a	6.4 ^a
T4	7.5 ^a	7.3 ^a	6.9 ^a	6.3 ^a

*Las letras iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 20 se presentan los resultados del test de valoración de calidad en cortes de lomo, se observa que la calidad sensorial de todas las muestras evaluadas en general fue buena y no existe diferencia significativa entre las muestras. Los valores obtenidos para apariencia, aroma y sabor fluctúan entre 6.9 y 7.5, estos valores reflejan una apariencia, aroma y sabor "muy bueno y característico del producto", valores que indican una calidad de grado 1. Mientras que en textura, se mantiene la calidad grado 1 para las muestras de los tratamientos T1 y T2, y en las muestras de T3 y T4, presentan valores de 6.3 y 6.4 que corresponden a grado 2.

Cuadro 21 Test de valoración de calidad en lomo de vacuno. Aromas y sabores extraños.*

Tratamientos	Aromas extraños	Sabores extraños
T1	1.3 ^a	1.4 ^a
T2	1.0 ^a	1.1 ^a
T3	1.3 ^a	1.0 ^a
T4	1.4 ^a	1.2 ^a

*Las letras iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 21 se aprecia que en todas las muestras no se perciben aromas o sabores extraños, los valores percibidos en ambos parámetros fluctúan entre 1.0 y 1.4 ; como se mencionó anteriormente el valor de 1.0 significa "ninguno" y cinco "intenso"

Cuadro 22 Test de valoración de calidad corte de asiento de vacuno.*

Tratamientos	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura
T1	7.7 ^a	7.1 ^a	7.2 ^a	6.3 ^a
T2	7.6 ^a	7.0 ^a	7.3 ^a	7.4 ^b
T3	7.0 ^a	7.3 ^a	7.1 ^a	7.5 ^b
T4	7.2 ^a	7.1 ^a	7.2 ^a	6.6 ^a

*Las letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$)

Los resultados de la calidad sensorial de cortes de asiento de vacuno, de las muestras evaluadas se presentan en el cuadro 22. Se observan valores sobre 7 en apariencia, aroma y sabor, lo significa que estos parámetros son "muy buenos y específicos del producto". La calidad corresponde por tanto a grado 1 y no existen diferencias significativas entre las muestras en estos parámetros. En textura, se aprecia como "buena y típica" para los tratamientos T2 y T3, y una calidad relativamente inferior (que corresponde a "satisfactorio") en los tratamientos T1 y T4, parámetro que se vio disminuido por la firmeza de las mismas.

Cuadro 23 Test de valoración de calidad en corte de asiento de vacuno. Aromas y sabores extraños.*

Tratamientos	Aromas extraños	Sabores extraños
T1	1.3 ^a	1.1 ^a
T2	1.3 ^a	1.3 ^a
T3	1.3 ^a	1.4 ^a
T4	1.6 ^a	1.7 ^a

*Las letras iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Los resultados de la identificación de sabores y olores extraños para los cortes de asiento de vacuno, se presentan en el cuadro 23. Se aprecia que no hay diferencias significativas entre las muestras, correspondiendo los valores encontrados (1.3 a 1.7) a un nivel “ muy bajo de identificación”. Cabe hacer notar que tanto para aromas como sabores extraños el valor mas alto (1.6 y 1.7) se encontró en la muestra del tratamiento T4.

Cuadro 24. Test de valoración de calidad corte de filete de vacuno.*

Tratamiento	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura
T1	7.5 ^a	7.2 ^{ab}	7.6 ^a	7.5 ^a
T2	7.8 ^a	7.5 ^b	7.7 ^a	7.3 ^a
T3	7.2 ^a	7.0 ^a	6.8 ^b	7.0 ^a
T4	7.3 ^a	6.5 ^{ac}	7.1 ^b	6.9 ^a

*Las letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 24, se presentan los resultados del test de valoración de calidad en cortes de filete de vacuno. Para apariencia y textura los valores encontrados están en general sobre 7, lo que significa “ bueno y específico del producto”; solo la muestra del tratamiento T4 presenta un valor relativamente inferior de 6.9, que significa “ normal , satisfactoria”, no existe diferencia significativa en estos parámetros de dichas muestras. En aroma, las muestras de los tratamientos T1 y T2 presentan un valor de 7.2 y 7.5 que significa “ bueno, específico del producto” y corresponde a calidad grado 1. Para las muestras de T3 y T4, se aprecia un valor relativamente menor, 7.0 y 6.5 respectivamente. Estos valores indican una pequeña disminución en la calidad de estos parámetros. En sabor, las muestras de los tratamientos T1 y T2 presenta un valor significativamente mejor que las muestras de T3 y T4 ; para las primeras los valores encontrados (7.6 y 7.7) significan “ muy bueno y típico del producto”, mientras que para las segunda es “ bueno, satisfactorio”

Cuadro 25. Test de valoración de calidad corte de filete de vacuno. Aromas y sabores extraños.*

Tratamientos	Aromas Extraños	Sabores Extraños
T1	1.2 ^a	1.1 ^a
T2	1.1 ^a	1.1 ^a
T3	1.3 ^a	1.5 ^a
T4	1.8 ^b	1.3 ^a

*Las letras iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$)

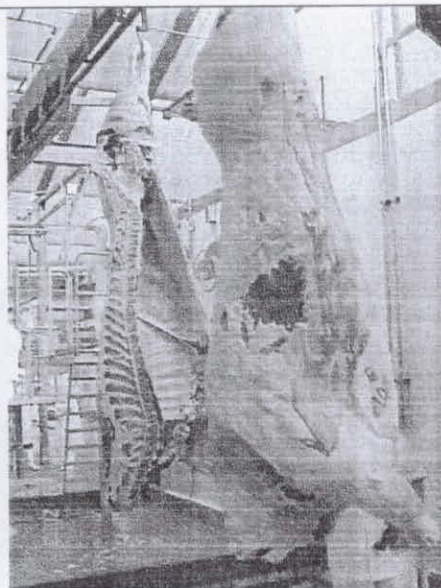
En el cuadro 25 se muestra la percepción de aromas y sabores extraños para las muestras de filete de vacuno. Los panelistas señalaron en general un nivel "muy bajo de identificación de aromas o sabores extraños", ya que los valores encontrados van entre 1.0 y 1.3. El valor informado para la muestra del tratamiento T4 en aroma extraño fue significativamente superior al resto (1.8)

En general se observó que la calidad sensorial de las muestras de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son buenas y corresponden a un nivel de calidad grado 1. No se percibieron aromas y sabores extraños al producto, de forma que afecte la calidad de los mismos, en cambio la textura fue el parámetro sensorial más disminuido en la muestra del tratamiento T4, pareciendo que la incorporación de los ácidos grasos mejora significativamente la textura de las muestras.

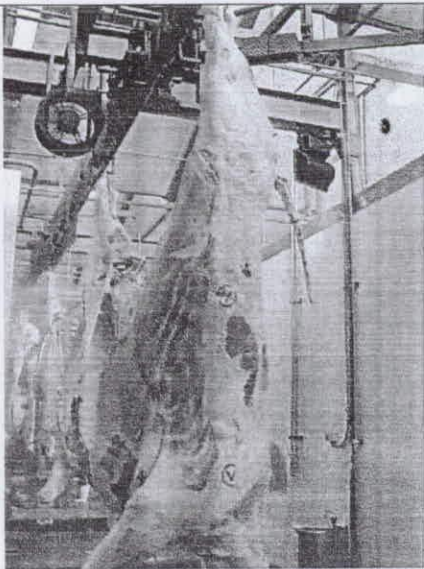
Imágenes de animales faenados y cortes por tratamiento



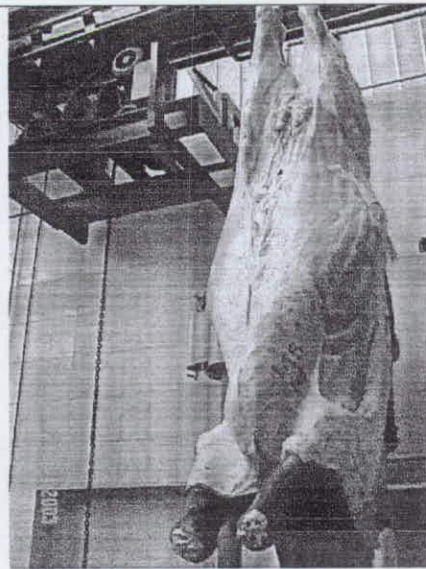
Tratamiento 1



Tratamiento 2

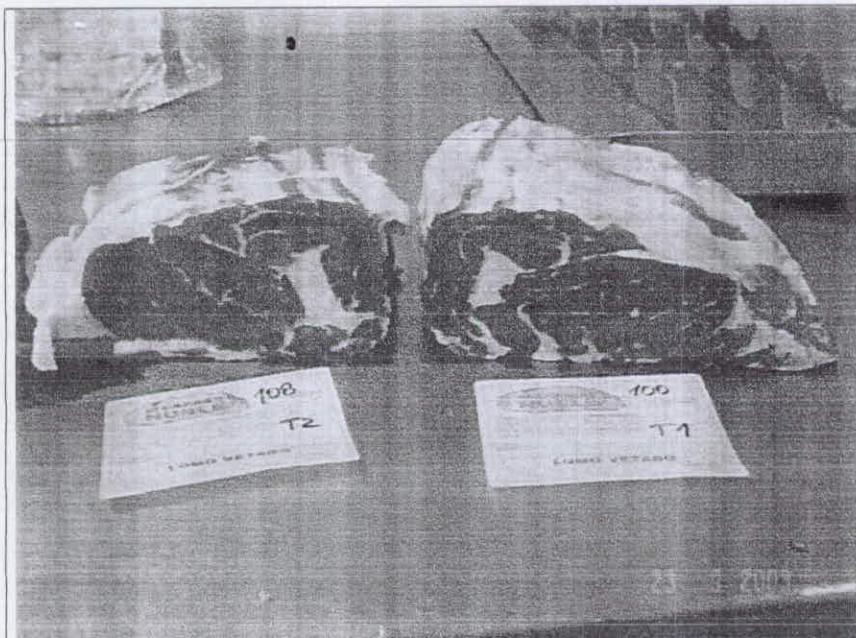


Tratamiento 3



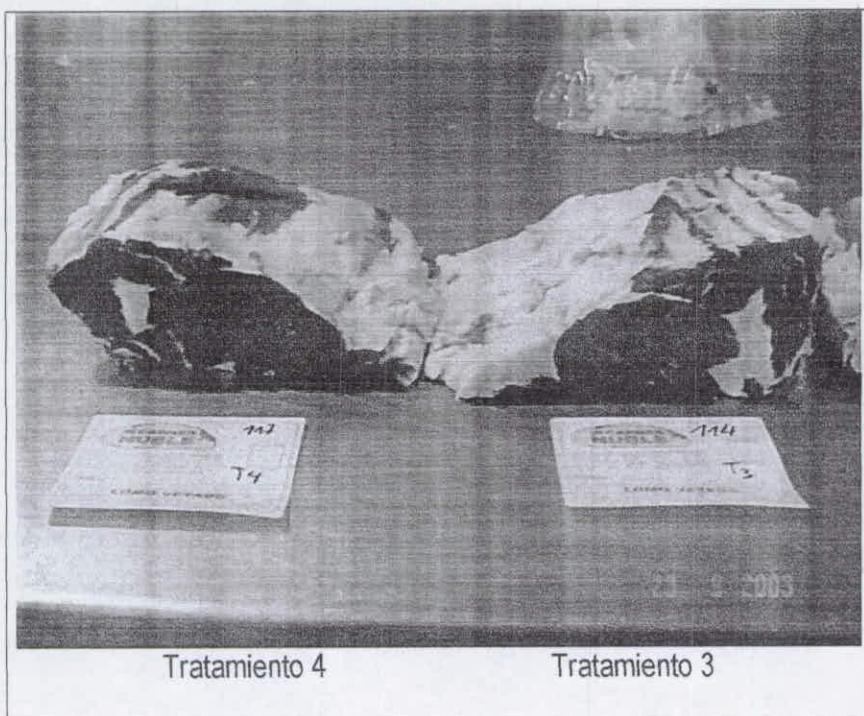
Tratamiento 4

Cortes de lomo (10ª costilla)



Tratamiento 2

Tratamiento 1



Tratamiento 4

Tratamiento 3