



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EVALUACION PRODUCTIVA DE LA RAZA WAGYU EN
CRUZAMIENTO CON DIFERENTES RAZAS BOVINAS
PRESENTES EN CHILE**

FELIPE HUMBERTO PINO SAN MARTIN

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUIA: MARIO MAINO MENENDEZ

**SANTIAGO, CHILE
2008**

INDICE

	Página
Índice	I
Resumen	III
Summary	IV
1.- Introducción	1
2.- Revisión Bibliográfica	2
2.1.- Características de la raza Wagyu	2
2.2.- La raza Wagyu en cruce con otras razas	4
2.3.- Clasificación de la carne de la raza Wagyu y sus híbridos	6
2.4.- Características de crecimiento de híbridos Wagyu	9
2.5.- Características del período postdestete y pubertad en vaquillas híbridas Wagyu	14
2.6.- Características de crecimiento y calidad de carne de híbridos Wagyu	15
2.7.- Características de las razas en cruce con genes Wagyu	21
2.7.1.- Razas británicas	22
2.7.1.2.- Aberdeen Angus	22
2.7.2.- Razas continentales europeas	24
2.7.2.1.- Clavel Alemán	25
2.7.2.2.- Normando	27
3.- Objetivos	28
3.1.- Objetivo general	28
3.2.- Objetivos específicos	28
4.- Materiales y métodos	29

4.1.- Variables productivas	29
4.2.- Análisis de la información	33
5.- Resultados y discusión	34
5.1.- Variables productivas analizadas por sexo a edades fijas (nacimiento, 205, 365 y 550 días).	34
5.1.1.- Peso de nacimiento	34
5.1.2.- Peso de destete corregido a los 205 días	44
5.1.3.- Ganancia diaria de peso a los 205 días	45
5.1.4.- Peso corregido a los 365 días	49
5.1.5.- Ganancia diaria de peso corregida a los 365 días	51
5.1.6.- Peso corregido a los 550 días	53
5.1.7.- Ganancia diaria de peso corregida a los 550 días	54
5.2.- Variables productivas analizadas en diferentes fechas durante la engorda	56
5.2.1.- Evaluación de hembras híbridas Wagyu durante la engorda en “feedlot”	57
5.2.2.- Evaluación de machos híbridos Wagyu durante la engorda en “feedlot”	59
6.- Conclusiones	65
7.- Bibliografía	66

RESUMEN

Esta memoria de título esta basada en el proyecto de Innovación Tecnológica FONTEC-CORFO, que contempla introducir e investigar la raza bovina japonesa Wagyu en cruzamiento con diferentes razas presentes en nuestro país.

De esta manera se evaluaron las características de crecimiento de los diferentes tipos de híbridos Wagyu (Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel) y animales controles de la raza Angus, para poder comparar los pesos y las ganancias diarias de pesos desde el nacimiento hasta la faena.

Según lo estudiado por varios investigadores, entre ellos Cundiff (2001), Lunt (1997) entre otros, la raza Wagyu influye en presentar menores pesos al nacimiento, menores pesos de destete y menor ganancia diaria de peso durante la engorda que otras razas.

En este estudio, se comprobó que la raza Wagyu presentó un efecto importante en las características antes mencionadas y se pudo concluir que los hijos de padres de la raza Wagyu presentaron menor peso, estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$), al nacimiento y al destete, en comparación con los hijos de padres de la raza Angus utilizada como control, y a su vez presentaron menores ganancias diarias de peso, estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) que los mismos animales controles. Al mismo tiempo se compararon estas mismas características en los diferentes tipos de híbridos Wagyu, y se pudo concluir que los híbridos Wagyu x Angus presentaron mayores pesos, estadísticamente significativos ($P \leq 0,05$), con respecto a los otros híbridos durante la engorda. Por el contrario se concluyo

que no presentaron diferencias significativas con respecto a la ganancia diaria de peso en el mismo período de tiempo.

SUMMARY

This study is based on the Technologic Innovation Project FONTEC-CORFO, which contemplates the introduction and investigation of the Japanese breed of livestock, Wagyu, with crossbreeding with other strains present in Chile.

For this purpose, growth parameters of different crossbreeds of Wagyu (Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel) and of a control breed, Angus, have been evaluated. By this way it was possible to compare the weight and daily gain of weight between birth and faena.

Some researchers (Cundiff, 2001; Lunt, 1997) have proposed that the Wagyu breed could induce lower birth weight, lower weaning weight and lower daily weight gain while at the feedlot, than other breeds.

This study demonstrate that the Wagyu breed had an important effect in the parameters tested and it was possible to conclude that the Wagyu progeny presented lower weight ($P \leq 0,05$), at birth and at weaning, comparing with Angus progeny, the control breed, and also presented lower daily weight gains ($P \leq 0,05$) than the same control breed. These variables were compared between different crossbreeds of Wagyu, and it was concluded that the Wagyu x Angus presented higher weight ($P \leq 0,05$), than the other crossbreeds during the fattening. However, there was no significant difference between the daily weight gains during the same time.

1.- INTRODUCCIÓN

Existe consenso que Chile tiene un potencial ganadero subutilizado. Mejorando la productividad y la eficiencia del uso de las praderas, la masa ganadera podría duplicarse. Sin embargo, para que se consolide un proceso de crecimiento de la masa ganadera, debe existir un estímulo económico. Un aumento en las exportaciones de carne, con ciertos atributos de calidad, constituye el elemento fundamental para estimular la rentabilidad del sector. Las condiciones macroeconómicas, la estabilidad política y económica de Chile, su patrimonio zosanitario, la inversión en infraestructura de plantas faenadoras, los tratados de libre comercio y los esfuerzos del sector público y privado por globalizar la actividad pecuaria, permiten ver con optimismo la consolidación de este incipiente proceso exportador.

Dentro de las herramientas tecnológicas que tenemos para desarrollar este proceso, podemos introducir una nueva raza cárnica que se caracteriza por producir carne de la más alta calidad y del más alto valor en los mercados externos, la raza Wagyu. La principal cualidad de esta raza es su insuperable capacidad de infiltración grasa intramuscular, lo cual tiene un impacto positivo en la jugosidad, blandura y el sabor de la carne. Estas son las razones que explican el alto precio de esta carne en los mercados internacionales, especialmente en Japón y en forma creciente, en otros países europeos.

Esta memoria de título es parte de un proyecto de Innovación Tecnológica FONTEC-CORFO que contempla introducir e investigar la raza bovina japonesa Wagyu en cruzamiento con diferentes razas presentes en nuestro país. En este proyecto se evaluarán variables productivas, reproductivas y de calidad de carne de los bovinos híbridos, en la zona central de nuestro país. El presente estudio abordará fundamentalmente las variables productivas de este proyecto de innovación.

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- Características de la raza Wagyu

El Wagyu es una raza nativa de Japón que se formó a partir de razas asiáticas autóctonas, con una leve y corta influencia de razas europeas. La característica principal de la raza es su mayor propensión a infiltrar grasa al interior del tejido muscular, produciendo una carne que supera a cualquier otra carne en paneles de degustación, por su blandura, textura, sabor y jugosidad (Taylor y Field, 1999).

El ganado actual de la raza Wagyu, no es igual a la raza pura que se encontraba en Japón en los siglos anteriores, porque el animal que se tiene hoy en día, se formó a partir de la cruce de varias razas nativas y también con ganado importado (Namikawa, 1997). Algunas características de la raza nativa de Japón se pueden estimar por documentos antiguos, preservados por el gobierno y protegidos como monumento natural, al igual que el ganado puro que se encuentra protegido en una pequeña isla del océano de Japón llamada Mishima (Namikawa, 1997).

Algunas características resumidas por el Namikawa (1997) son las siguientes:

- Los animales son predominantemente negros y algunos son negros con algunas manchas blancas pequeñas bajo o cerca de la cola o un pequeño montón de pelos blancos sobre la piel negra. El patrón más preferido es el negro completo. Sólo el 10% de los animales son de color rojo, producto de la influencia de la raza Simmental, al igual que se pueden encontrar animales con manchas blancas y rubios.
- Son de tamaño pequeño, la altura a la cruz de las hembras no supera los 120 cm y la de los machos cerca de 125 cm.

- La mitad anterior del cuerpo es más ancha, con una buena estructura de costillas, pero la parte posterior y el cuello son delgados, lo que le da una mala conformación cárnica.
- Los animales antiguos presentan una piel delgada y el pelo ondulado a crespo. Los cuernos son de color blanco azulado, de textura fina y forma cónica. El cuerpo es de líneas finas al igual que sus canillas, las cuales presentan una fuerte inserción a los tendones. Presentan cascos y movimientos firmes.
- Las vaquillas presentan su primer parto a los 24 meses de edad y los toros se utilizan para el primer servicio a los 3 años de edad.
- Presentaban menos habilidades para trabajar la tierra y como animal de carga que el ganado Wagyu moderno.
- La producción máxima de leche por día no supera los 3,3kg, con una lactancia de alrededor de 116 días en promedio, teniendo presente la amplia variación individual en la producción láctea.
- Las ganancias diaria de peso (GDP) y la eficiencia de conversión alimenticia (ECA), son bajas, pero a pesar de ello, presentan una excelente calidad de carne, una característica común dentro de la raza.

La carne Wagyu es la carne más cara del mundo. En Japón, el kilo de canal se valora fundamentalmente de acuerdo a su infiltración grasa con precios que fluctúan entre los USD 10 y 25. En el mercado minorista de Tokio, los 100 gr. se venden en USD 30-40 y en E.E.U.U. se vende a USD 150-180/kg (lomo o filete)¹. En nuestro país el kilo de lomo de las razas tradicionales se transa entre USD 10 y 15 (Chile, 2006).

¹ www.snakeriverfarms.com

2.2.- La raza Wagyu en cruce con otras razas.

Después de la restauración de 1868, el nuevo gobierno de Japón introdujo nuevos hábitos alimenticios desde la cultura occidental. Esto produjo un aumento gradual del consumo de leche y productos de origen animal. Es por esto que el gobierno decide importar animales vivos para utilizarlos en cruces y mejorar la producción. Cerca del 65% de los animales importados (machos y hembras), se usaron para mantenerlos como razas puras en Japón y el otro 35% eran toros que se utilizaron para ser cruzados con la raza nativa Wagyu (Namikawa, 1997).

En 1887 se importaron 2600 cabezas de ganado, para aumentar el tamaño y la producción de leche. La información sobre las razas foráneas introducidas y cruzadas con el ganado local de cada prefectura de Japón, se muestra en la Tabla N° 1, en la cual se observa que las principales razas incorporadas son la Shorthorn y Simmental. Los granjeros del distrito de Chogoku no se mostraron muy interesados en utilizar estas razas extranjeras, pero al iniciar gradualmente un programa de cruces, fueron estimulados al obtener mejores precios en los animales híbridos que en las razas puras. En 1910 los precios cayeron repentinamente y las cruces de razas fueron tomadas como una indeseable mejoría, sobre todo porque disminuía el rendimiento de trabajo agrícola de los animales. Los granjeros quedaron reticentes a utilizar las razas incorporadas y eso permaneció en el tiempo (Namikawa, 1997).

Tabla N° 1: Razas foráneas cruzadas con ganado nativo en cada prefectura de Japón.

Nombre de la raza moderna	Prefectura	Razas foráneas utilizadas
Japanese Black	Kyoto	Brown Swiss
	Hyogo	Shorthorn, Devon, Brown Swiss
	Okayama	Shorthorn, Devon
	Hiroshima	Simmental, Brown Swiss, Shorthorn, Ayshire
	Tottori	Brown Swiss, Shorthorn
	Shigame	Devon, Brown Swiss, Simmental, Ayshire
	Yamaguchi	Devon, Ayshire, Brown Swiss
	Ehime	Shorthorn
	Ohita	Brown Swiss, Simmental
	Kagoshima	Brown Swiss, Devon, Holstein
Japanese Brown	Kochi	Simmental, Korean Cattle
	Kumamoto	Simmental, Korean Cattle, Devon
Japanese Poll	Yamaguchi	Aberdeen Angus
Japanese Shorthorn	Aomori	Shorthorn
	Iwate	Shorthorn
	Akita	Shorthorn, Devon, Ayshire

Con esto comenzó a vislumbrarse el objetivo que tenían los granjeros con respecto al ganado nativo, en el cual, el rendimiento del animal en el trabajo agrícola era lo más importante, no tanto su tamaño ni su producción láctea. Producto de las cruces que habían realizado, en algo cambiaron y mejoraron esos parámetros productivos, pero las características de los animales vivos y la calidad de la carne fueron menores (Namikawa, 1997).

En 1919, por decisión del gobierno, se seleccionó y registró el ganado japonés en un programa llamado “Desarrollo del ganado japonés”. En este programa el ganado tenía características superiores si es que provenía de ganado nativo o de ancestros incorporados en la antigüedad. Cada prefectura, decidió sus propios objetivos, los cuales se fueron integrando gradualmente hasta fijar las características que querían para la raza. Actualmente gran parte del “ganado japonés negro” (Wagyu) proviene de 2 o 3 ancestros diferentes (Namikawa, 1997).

Los japoneses han declarado a la raza japonesa Wagyu, como un tesoro nacional y han optado por no venderlo al resto del mundo. Sólo algunos ejemplares salieron de Japón a E.E.U.U. en 1976, y de ahí se ha difundido en algunos países en la década de los 90, fundamentalmente a Australia (Anrique, 2004).

En 1999 una empresa privada chilena, importó desde E.E.U.U. los primeros embriones puros para ser implantados en vacas Angus receptoras y además importó 150 dosis de semen (Anrique, 2004).

2.3.- Clasificación de la carne de la raza Wagyu y sus híbridos

La clasificación de la carne japonesa fue estandarizada en 1988. Para su clasificación las carcasas son cortadas entre la 6ª y 7ª costilla.

Existen 3 grados de rendimiento: A, B y C, clasificados por el porcentaje estimado de rendimiento calculado por una ecuación de regresión múltiple, la cual incluye 4 mediciones de la carcasa (Tabla N° 2 y N° 3; Foto N°1); a su vez, existen 5 grados de calidad de carne, del 1 al 5 basados en el porcentaje de marmoleo o infiltración grasa intramuscular, color de la carne y brillo, la firmeza y textura de la carne y calidad y color de la grasa (Tabla N° 4). Cada grado de marmoleo está dividido en números, los cuales estiman la proporción de grasa intramuscular (Foto N° 2) (Busboom y Reeves, 1997).

Tabla N° 2: Ecuación para la estimación de rendimiento carnicero en carne de la raza Wagyu, según sistema de clasificación japonesa (Busboom y Reeves, 1997).

Porcentaje estimado (%) = 67,37	+ (0.130 X área de ojo de lomo cm ²)
Nota: A carcasas de Wagyu puro agregar 2.049	+ (0.667 X Grosor de costilla cm.)
	- (0.025 X Peso hemicanal izquierdo kg.)
	- (0.896 X Espesor grasa subcutánea cm.)

Fotografía N° 1: Mediciones de carcasa entre el 6° y 7° espacio intercostal.

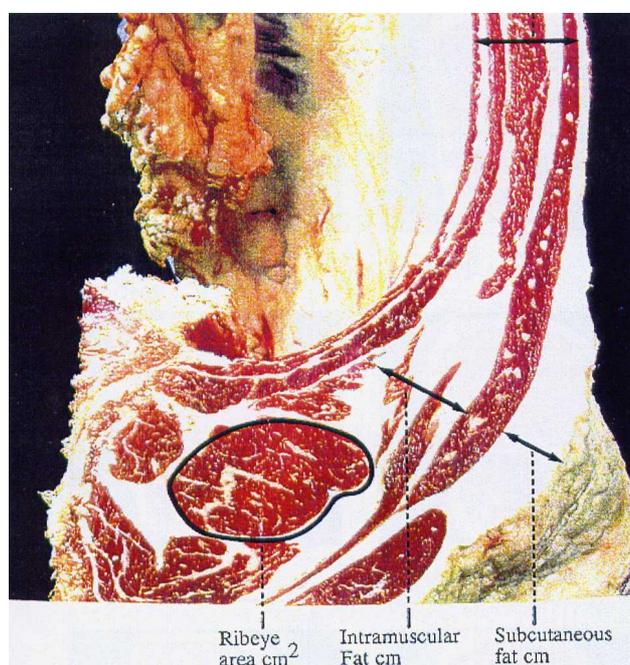


Tabla N° 3: Puntaje de clasificación por rendimiento carnicero, según sistema de clasificación japonesa (Busboom y Reeves, 1997).

Grado	Porcentaje estimado de rendimiento
A	Más de 72%
B	Entre 69 y 72%
C	Menos de 69%

Tabla N° 4: Clasificación según grado de marmoleo (infiltración grasa intramuscular) medido entre el 6° y 7° espacio intercostal, según sistema de clasificación japonesa (Busboom y Reeves, 1997).

Grado de marmoleo	Número
5 Excelente	N° 8 – N° 12
4 Bueno	N° 5 – N° 7
3 Promedio	N° 3 – N° 4
2 Bajo el promedio	N° 2
1 Pobre	N° 1

Fotografía N° 2: Clasificación de marmoleo según infiltración de grasa intramuscular en área de ojo de lomo medido entre el 6° y 7° espacio intercostal, según sistema de clasificación japonesa (Busboom y Reeves, 1997).



El resultado final entre el rendimiento y la calidad de la carne determina la posible clasificación dentro de las 15 categorías o divisiones de clases. (Tabla N° 5) (Busboom y Reeves, 1997).

Tabla N° 5: División de clases según marmoleo y rendimiento carnicero para la estimación de calidad y clasificación de carne Wagyu, según sistema de clasificación japonesa (Busboom y Reeves, 1997).

Puntaje de calidad de carne					
Puntaje de rendimiento	5	4	3	2	1
A	A5	A4	A3	A2	A1
B	B5	B4	B3	B2	B1
C	C5	C4	C3	C2	C1

2.4.- Características de crecimiento de híbridos Wagyu.

Maki et al. (1997), evaluaron el rendimiento de 118 híbridos Wagyu F1 (64 machos y 54 hembras), tanto en novillos como en vaquillas. En este estudio se evaluó el crecimiento y la ganancia diaria de peso en 3 etapas (predestete, pastoreo y fase final de la engorda). Los animales se destetaron entre los 7 y los 9 meses de edad y durante los primeros 112 días postdestete recibieron una dieta de 80% forraje y 20% concentrado, estando los animales en confinamiento. Posteriormente, pasaron a un período de pastoreo por 84 días y, finalmente, se les entregó una dieta de finalización basada en un 20% de forraje y un 80% de concentrado por 231 días. Al iniciar el estudio los animales pesaron en promedio aproximadamente de 300kg (Maki et al, 1997).

En el primer período los novillos ganaron 590gr/día en promedio, mientras que las vaquillas ganaron 630gr/día. Durante este período la eficiencia de conversión alimenticia fue de 13,75kg. En el segundo período, al inicio del pastoreo, los novillos pesaron en promedio 385kg y las vaquillas 351kg. Durante este período los novillos tuvieron una ganancia diaria de peso de 588gr/día y las vaquillas 498gr/día. En el inicio del tercer período los novillos pesaron 436kg y las vaquillas 394kg aproximadamente. Durante este período los novillos ganaron 1,27kg/día y las hembras 1,31kg/día, y la eficiencia de conversión alimenticia fue de 10kg.

El peso promedio de los novillos al faenamiento fue de 705kg y el de las vaquillas 650kg. De los 115 animales que llegaron a la faena, 61 (53%) calificaron dentro de la categoría de “prime” y 54 (47%) dentro de la categoría “choice” según la calificación de E.E.U.U. (Maki et al, 1997).

Los autores concluyeron que la eficiencia de conversión alimenticia y la ganancia diarias de peso fueron menores a las que presenta el ganado comúnmente engordado en E.E.U.U. durante la etapa final del “feedlot”. Además concluyeron que si los precios obtenidos en el mercado japonés compensa los altos costos que se realizaron en alimentación, vale la pena sacrificar el tipo de producción que normalmente se realiza en E.E.U.U. para obtener este importante mercado de destino (Maki et al, 1997).

Asímismo, en un estudio realizado en el Centro de Investigación de la Carne, en Clay Center, Nebraska, E.E.U.U., se evaluaron los rendimientos productivos de diferentes razas, con el objetivo de mejorar terneza y palatabilidad de los productos cárnicos. Se analizó la raza Wagyu, a las razas británicas Hereford, Angus y algunas razas continentales, y se comparó tanto su crecimiento como características de rendimiento carnicero y eficiencia productiva (Cundiff et al, 2001).

Los toros Angus fueron cruzados con las vacas Hereford y Marc III (raza compuesta de $\frac{1}{4}$ de Angus, $\frac{1}{4}$ Hereford, $\frac{1}{4}$ Pinzgauer y $\frac{1}{4}$ de Red Poll) y los toros Hereford fueron cruzados con vacas Angus y Marc III. También se utilizó el semen de 19 toros Wagyu obtenido de la Asociación Americana de Wagyu y se utilizaron para inseminar a vacas Hereford, Angus y Marc III. (Cundiff et al, 2001).

Las crías fueron castradas a las 24 hrs. y el destete se realizó a los 216 días. Los animales recibieron una dieta especialmente formulada para cada período de la engorda. Después de 36 hrs. de faenados se obtuvieron datos como: porcentaje de rendimiento, espesor de grasa dorsal, área de ojo de lomo, porcentaje estimado de riñón, pelvis, grasa cardíaca y peso de carcasa y además se observaron características de calidad de carne como marmoleo (infiltración de grasa intramuscular) y madurez. Se realizó una medición de ternera, sabor y jugosidad en un panel de degustación (14 días postmortem).

El período comprendido entre el nacimiento y la faena fue de 471 días (15,4 meses), lo cual corresponde al tiempo de faena normal en un “feedlot” de E.E.U.U. (255 días en “feedlot”).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso al nacimiento y peso a los 200 días dependiendo de la raza paterna. Los hijos de toros Wagyu presentaron gestaciones más largas que las otras razas en estudio y también fueron significativamente más livianos al parto que todas las otras razas. Los hijos de toros Hereford y Angus fueron significativamente más pesados al destete que los hijos de toros de las otras razas, mientras que los hijos de toros Wagyu fueron los más livianos al destete entre todas las razas en estudio (Tabla N° 6) (Cundiff et al, 2001). Lo mismo concluyó Mir et al. (1997). en un estudio que evaluó los pesos al destete de animales de diferentes razas.

El efecto de la raza paterna fue significativo para la ganancia diaria de peso y el peso final, al igual que para las características de la carcasa (Cundiff et al, 2001).

Como se aprecia en la Tabla N° 6, entre los novillos hijos de toros Hereford y Angus no existen diferencias significativas con respecto a la ganancia diaria de peso y peso final, pero sí existieron diferencias con respecto a novillos de otras razas paternas. Los novillos hijos de toros Wagyu obtuvieron el menor promedio de ganancia diaria de peso con respecto a las otras razas paternas (Tabla N° 6) (Cundiff et al, 2001).

Tabla N° 6: Características de crecimiento y calidad de carne de híbridos de razas británicas e híbridos Wagyu en Clay Center, Nebraska E.E.U.U. según Cundiff et al. (2001).

Raza Paterna	Peso Nacimiento	Peso 200 días	Peso Final	GDP	Peso Carcasa	Ptje. Marmoleo
Hereford	41,8a	230,7a	613,4a	1,4a	376,9a	506a
Angus	39,1a	228,8a	608,8a	1,4a	373,7a	578c
Promedio razas británicas	40,5	229,8	611	1,4	375,1	542
Wagyu	36,4b	207,7b	543,6b	1,2b	334,4b	562b

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$)

Los hijos de los toros Hereford, Angus y Wagyu presentaron un 0,8% más de porcentaje de rendimiento que los hijos de otras razas.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre novillos de diferentes razas paternas con respecto al marmoleo, espesor de grasa dorsal y porcentaje de carne que califica dentro de la categoría “choice” o superior.

Los hijos de toros Angus y Wagyu no mostraron diferencias significativas en puntaje de marmoleo pero obtuvieron un puntaje superior con respecto a los hijos de otras razas paternas. Cabe hacer notar, sin embargo, que los pesos de la faena fueron los comúnmente usados en E.E.U.U. y no los que se recomiendan en Japón. Esto explicaría la similitud en puntaje de marmoleo obtenidos por crías de razas Wagyu y Angus.

Las carcasas de los hijos de toros Angus presentaron significativamente más espesor de grasa dorsal que los hijos de los toros Hereford, pero ambos fueron significativamente superior al presentado por los hijos de toros Wagyu.

Las crías de los toros Wagyu no tuvieron diferencias con los hijos de las razas continentales con respecto al porcentaje de cortes vendibles, pero sí presentaron diferencias significativas con respecto al espesor de grasa dorsal, en el cual los híbridos Wagyu presentaron la menor con respecto a todas las otras razas.

Los hijos de los toros Wagyu presentaron el más bajo peso de cortes vendibles a los 471 días, comparado con las otras razas en estudio.

Con respecto a la calidad de carne, los resultados del panel de degustación indicaron que los novillos hijos de los toros Wagyu y Angus fueron significativamente más tiernos que las carnes de las otras razas. Con respecto al sabor, el panel de degustación favoreció claramente a la carne de los novillos Wagyu por sobre todas las otras razas (Cundiff et al, 2001).

De la misma forma, Rogers et al (2002) realizaron un estudio sobre la eficiencia de las vacas y las características de crecimiento de los terneros Angus puro y Wagyu.

Se observó que hay una diferencia estadísticamente significativa de 8,6kg a favor de los terneros de la raza Angus por sobre los terneros de la raza Wagyu (Angus 39,7kg y Wagyu 31,1kg). Lo mismo ocurrió con las terneras, en las cuales la diferencia fue de 6,2kg a favor de las crías Angus (Angus 36,2kg y Wagyu 30,0). Al analizar los datos al destete, se presentó la misma tendencia: los novillos Angus pesaron 21kg más que los novillos Wagyu (Angus 224kg y Wagyu 203) y esta misma situación se repitió en las vaquillas, donde las de la raza Angus presentaron 27kg más que las vaquillas Wagyu (Angus 216kg y Wagyu 189kg). Durante este período, (GDP) fue significativamente superior en los animales de la raza Angus que en los animales de la raza Wagyu, tanto para machos como para hembras. Los novillos Angus presentaron una GDP de 1,12kg mientras que los novillos Wagyu ganaron 0,9kg/día. En las hembras se presentó la misma situación, en la cual las hembras de la raza Angus presentaron una GDP de 1,03kg mientras que las vaquillas Wagyu ganaron 0,81kg/día (Rogers et al, 2002).

2.5.- Características del período postdestete y pubertad en vaquillas híbridas Wagyu.

Con respecto a características de crecimiento postdestete y pubertad en vaquillas híbridas Wagyu, se observaron diferencias significativas en los pesos de las hijas de diferentes razas paternas en los pesajes de los 400 y 550 días, y también se observaron diferencias con respecto a la medición de la pelvis (Cundiff et al, 2001). Las hijas de los toros Angus fueron significativamente más pesadas que las de otras razas a los 400 días y las hijas de los toros Hereford fueron más pesadas a los 550 días mientras que las hijas de los toros Wagyu fueron las más livianas entre todas las razas (Cundiff et al, 2001).

Según registros previos recopilados por los investigadores en el Centro de Investigación de la Carne, las hembras provenientes de razas en las cuales se ha seleccionado para producción de leche o para doble propósito, expresan la pubertad a edades más tempranas que en las razas seleccionadas para producción de carne (Cundiff et al, 2001).

Al evaluar el rendimiento reproductivo de las hembras F1 de las diferentes razas paternas, no se observaron diferencias significativas para peso de ternero, porcentaje de inasistencia al parto y sobrevivencia nacimiento-destete. Sí se observaron diferencias significativas en las crías de las hembras F1, según fuera su raza paterna, para las características de peso a los 200 días (destete). Los hijos de las hembras F1 cuyo padre fue de la raza Wagyu fueron significativamente más livianos que los hijos de las otras vaquillas F1 de padres de otras razas (Cundiff et al, 2001).

2.6.- Características de crecimiento y calidad de carne de híbridos Wagyu.

A diferencia de lo realizado por Cundiff et al (2001), Lunt et al (1997) compararon las características de las carcasas entre novillos Angus y Wagyu a la edad de faena típica de E.E.U.U. y a la de Japón. A su vez, observó como se comportaban con dietas basadas en forraje y dietas basadas en concentrado, para ambas edades de faena.

Se utilizaron 8 novillos Angus y 8 novillos 7/8 Wagyu o más (puros por cruza) a los 8 meses de edad. Cuatro novillos de cada raza fueron alimentados con dietas basadas en concentrados y otros cuatro de cada raza con dietas basadas en heno. Los animales (4 animales de cada raza) fueron engordados con la dieta basada en concentrados por 8 meses para la faena en E.E.U.U. y 16 meses para la de Japón). A los restantes 8 animales (4 de

cada raza), se les engordó con una dieta basada en heno ad libitum y una pequeña cantidad de maíz, hasta la faena de E.E.U.U (12 meses) y la de Japón (20 meses) (Lunt et al, 1997).

En Japón, los animales Wagyu son sacrificados a los 36 meses, a diferencia del ganado norteamericano, el cual es faenado entre los 15 y 18 meses. Con este largo período de engorda que presentan los animales en Japón, pueden alcanzar carcasas de hasta 415kg y maximizar el rendimiento carnicero por sobre el 64% (Mir et al, 1997).

Los pesos iniciales de los novillos Angus fueron mayores a los pesos de los novillos Wagyu, lo cual concuerda con lo citado por Smith et al (1992), que señalan que los terneros Wagyu tienen menores pesos de destete que los Angus. El peso final y el peso de las carcasas fue significativamente mayor para los novillos Angus para los dos tipos de dieta y en las dos edades de faena (Lunt et al, 1997).

Con la dieta basada en concentrados, los Angus lograron el objetivo de ganar 320kg en 8 meses, pero no por los Wagyu que solo 260kg en el mismo período (Lunt et al, 1997).

Lo mismo ocurrió con la dieta basada en heno, en la cual, los novillos Angus lograron el objetivo de ganar 320kg en 12 mese, pero los novillos Wagyu sólo ganaron 305kg. Con esto se concluye que con los dos tipos de dietas, los Angus obtuvieron mejores tasas de ganancia de peso hasta el peso de faena de E.E.U.U. (Lunt et al, 1997).

Un efecto similar fue observado en el peso de faena japonés, cuyas dietas estaban diseñadas para que los animales ganaran 545kg con ambos tipos de dietas. Si bien ninguna de las dos razas logró el objetivo, los novillos Angus fueron más pesados que los novillos Wagyu a los 16 meses y también a los 20 meses. Sin embargo, la diferencia en el peso final entre las dos razas fue de sólo 59kg a favor de los Angus en la faena a los 20 meses y de 89kg a favor de los Angus a la faena a los 16 meses (Lunt et al, 1997).

Si bien existen diferencias significativas en los promedios de ganancias diarias de

peso, la mayor diferencia se observó en los primeros meses de alimentación. Esto indicaría que el ganado Wagyu tendría mejor rendimiento en las dietas basadas en pastos que en las basadas en concentrados, y también que los novillos Angus tienen menores tasas de ganancia diarias de peso que los novillos Wagyu con la misma dieta en períodos prolongados de tiempo (Lunt et al, 1997)

Al faenar a los animales a la misma madurez fisiológica, los novillos Angus maduraron más rápido que los novillos Wagyu (Lunt et al, 1997).

En otro estudio, Smith et al (2000a) presentaron la hipótesis que el ganado Wagyu no puede acumular grasa intramuscular, para acceder a la categoría Choice (calificación de E.E.U.U.) antes de los 18 meses de edad. Para comprobarlo, se tomaron toretes y novillos de 1 año, y se alimentaron en “feedlot” hasta los 18 meses o a un peso constante de 530kg. Los animales se faenaron a los 18 meses de edad, y se observó que los animales criados desde terneros, tenían mejores puntajes de marmoleo que los novillos engordados desde el año de edad. Por otro lado, si se faenaban los animales al peso constante de 530kg, los toretes y los novillos de un año presentaban los mismos puntajes de marmoleo. Esto se produce porque el tejido adiposo de los terneros engordados desde el destete, presentaron mejores tasas aparentes de proliferación de los preadipocitos que los novillos alimentados desde el año de edad (Smith et al, 2000a).

En otro estudio, Smith et al (2000a) comparó ganado Wagyu y Angus para comprobar cuál de estas razas presentaba mejor potencial genético para infiltrar grasa intramuscular. Para esto, el ganado se alimentó postdestete por 550 días con una dieta formulada para que los animales ganaran 0,9kg por día.

El ganado Angus presentó un buen rendimiento, calificando su carcasa como “Prime” (según la calificación de E.E.U.U.) con un 14,5% de lípidos extraíbles del músculo

longissimus. Sin embargo, el ganado Wagyu presentó un 19% de lípidos extraídos del mismo músculo (Lunt et al, 1993). Basado en la calificación japonesa, los animales Angus lograron un puntaje de marmoleo de 4,5, mientras que los Wagyu lograron un puntaje de 7,3. Esto confirma que el ganado Angus no puede lograr más de 5 en puntaje de marmoleo, según la escala japonesa (Cameron et al, 1993). Incluso los animales Angus, que se alimentaron por 550 días, presentaron bajos puntajes de marmoleo (Smith et al, 2000a).

Zembayashi et al (1999), demostraron que la acumulación de lípidos intramusculares en el músculo longissimus aumenta linealmente con la edad (aproximadamente 1200 días de edad es el óptimo).

Inicialmente, a los 400 días de edad los animales Angus y Wagyu contenían la misma cantidad de lípidos intramusculares, pero los novillos Angus presentaban un “plateau” a los 700 días. Esta es una limitación biológica, por lo cual las razas utilizadas en Norte América pueden infiltrar su musculatura, pero nunca tanto como lo hace la raza japonesa, esto es, debido a que la tasa de proliferación de los preadipocitos en el tejido adiposo en los animales Wagyu, es dos veces más alta que la raza Angus. Esto explica la habilidad de la raza Wagyu para aumentar el tejido adiposo intramuscular por la mayor tasa de proliferación de los preadipocitos (Smith et al, 2000b).

Zembayashi (1994), comparó otras razas criadas en Japón con la raza Wagyu, siendo la habilidad de ésta muy superior a la de las otras con respecto al puntaje de marmoleo. La única raza que fue superior al Wagyu fue un híbrido $\frac{3}{4}$ Wagyu $\frac{1}{4}$ Holstein, la cual depositó más lípidos intramusculares que el ganado Wagyu puro.

En un estudio realizado por Mir et al (1997), se evaluaron características de crecimiento, carcasa y terneza de la carne proveniente de ganado con influencia de la raza Wagyu. Se estableció que para que una carcasa califique como “Choice” en el mercado de

E.E.U.U., el animal debe ser alimentado por largos períodos de tiempo, con una dieta altamente energética para poder establecer el marmoleo adecuado. En este mismo estudio se quiso comprobar si al realizar cruces con la raza Wagyu, podrían generarse híbridos que cumplieran con características de rápido crecimiento (como el ganado que comúnmente utilizan), pero con altas tasas de infiltración grasa intramuscular (Mir et al, 1997).

Para esto, inseminaron con semen de la raza Wagyu a hembras Angus o 50% Wagyu (Wagyu X Angus o Wagyu X raza continental), para obtener crías 50% y 75% Wagyu, y así evaluar el ritmo de crecimiento e infiltración grasa intramuscular. Éstos animales fueron alimentados con dietas comúnmente usadas en los “feedlots”, comparándose características de crecimiento, carcasa y calidad de carne con los novillos que se engordan en los “feedlots” canadienses (Mir et al, 1997).

Al destete se les proporcionó una dieta de engorda con 35% de cebada en grano y 65% de ensilaje de cebada, hasta que todos los animales alcanzaran los 400kg. Posteriormente, se les suministró una dieta de finalización con un 80% de cebada en grano y un 20% de ensilaje de cebada.

Se recopilaron datos de ganancia diaria de peso, de eficiencia de conversión alimenticia y marmoleo por ultrasonografía cada 8 semanas (Mir et al, 1997).

Los animales se mantuvieron con la dieta de finalización hasta que su espesor de grasa dorsal superó los 8mm. Posteriormente se evaluaron las características antes mencionadas de todos los animales (0%, 50% y 75% Wagyu) como se observa en la Tabla N° 7 (Mir et al, 1997).

Tabla N° 7: Características de crecimiento predestete de ganado 0%, 50% y 75% Wagyu según (Mir et al, 1997).

Tipo de ganado	n	Peso inicial o destete kg	Peso final kg	GDP kg	Días en alimentación	MS consumida kg	ECA
Novillo 0%	6	264a	409b	1,03a	140c	8,2a	8,0
Novillo 50%	16	225b	457a	1,03a	224b	7,8a	7,6
Vaquilla 50%	24	215b	424ab	0,90b	234b	7,3b	8,2
Novillo 75%	12	184c	410b	0,95ab	240ab	7,1b	7,6
Vaquilla 75%	15	179c	402b	0,88b	253a	6,9b	7,9

Letras diferentes en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)

No se registraron diferencias significativas entre novillos y vaquillas al destete, en ninguno de los diferentes porcentajes de incorporación de genes de la raza Wagyu. La tasa de ganancia diaria de peso en la engorda inicial entre los novillos provenientes de razas continentales y los 50% Wagyu fueron similares, mientras que la ganancia diaria de peso de las vaquillas y los novillos 75% Wagyu, fue menor que la de las razas continentales utilizadas como control (Mir et al, 1997).

Por tener menores pesos al destete, los animales con genes Wagyu tuvieron que permanecer más tiempo en la engorda inicial que los otros animales para alcanzar los 400kg. Durante la fase final de la engorda, los animales de razas continentales ganaron peso más rápido que los animales con genes Wagyu. En las vaquillas 50% Wagyu y animales 75% Wagyu, el peso fue menor al objetivo esperado de 500kg.

Tabla N° 8: Características de ganado 0, 50 y 75% Wagyu en la fase final de la engorda (Mir et al, 1997).

Tipo de ganado	Peso final kg	GDP kg	Días en alimentación	MS consumida kg	ECA
Novillo 0%	516a	1,48a	78ab	10,3a	7,3a
Novillo 50%	530a	0,85b	84ab	7,9b	9,9b
Vaquilla 50%	499a	0,85b	87a	7,5b	9,1ab
Novillo 75%	470b	0,78b	77ab	7,3b	9,6ab
Vaquilla 75%	457b	0,80b	69b	7,3b	10,0b

Letras diferentes en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05)

Con respecto a las características de carcasa, los animales 50% y 75% Wagyu requirieron mayor tiempo de alimentación hasta la edad de faena que el ganado continental. El ganado se finalizó a una edad promedio de 441 días (edad común en “feedlots” en Canadá). Los novillos con un 50% de genes Wagyu, requirieron menos tiempo de engorda que las vaquillas 50% Wagyu y que vaquillas y novillos con un 75% de genes Wagyu (Mir et al, 1997).

2.7.- Características de las razas en cruce con genes Wagyu.

A continuación, se describirán algunas características de las razas que se presentan dentro del ganado chileno y que se utilizaron en este estudio.

2.7.1.- Razas británicas.

Comparadas con las que se originaron en Europa continental, las razas que se desarrollaron en las Islas Británicas presentan generalmente las siguientes características (Minish y Fox 1979):

1. Maduran y se engordan más temprano.
2. Crecen a menor velocidad y son más pequeñas en su madurez.
3. Son menos musculosas.
4. Tienden a ser más fértiles.
5. Presentan un menor peso de nacimiento y menores dificultades de parto.
6. Son de mayor longevidad y tienen vida reproductiva más extensa.

Como resultado de estas características, en los programas de cruzamiento se considera a las razas británicas como razas maternas, debido a que tienden a contribuir con aquellas características que son consideradas importantes en la eficiencia reproductiva. Además de presentar las características previamente indicadas, sobresale entre las razas británicas, por su superioridad para infiltrar grasa intramuscular (Minish y Fox 1979). Por esta razón, es la raza preferida en Australia para el cruzamiento con Wagyu y razón suficiente para ser utilizada para este estudio.

2.7.1.2.- Aberdeen Angus (actualmente Angus).

Los ejemplares de esta raza son negros y sin cuernos (“polled”). Las vacas maduras, de rebaños comerciales, pesan alrededor de 450 -500Kg, y tienen una mayor producción de

leche que la raza Hereford, la otra raza británica más distribuída en el mundo. Las hembras Angus superan a otras razas de carne en fertilidad y facilidad de parto. La raza es casi pura para la característica “polled”, y se puede esperar que los toros Angus originen el 100% de las crías sin cuernos. La pigmentación oscura de la piel provee de alguna resistencia contra el cáncer de ojo y la queratoconjuntivitis, que afectan en mayor medida al Hereford (Briggs y Briggs, 1980; Minish y Fox, 1979).

Los terneros Angus tienen un peso de nacimiento de 35-38kg, engordan rápidamente, y poseen más grasa intramuscular (“marbling”) que otras razas de carne, lo que significa que su calidad de carne es a menudo mayor que la de otras razas. Por esta razón, en E.E.U.U. muchos industriales pagan un precio mejor por novillos Angus o cruza de Angus con otras razas (Prado, 2004; Minish y Fox 1979).

En Chile, los novillos Angus se han faenado entre los 400-450kg, y las vaquillas, entre los 350-400 kg. Esto contrasta con la realidad de E.E.U.U. donde se faenan de 550 kg (Prado, 2004).

La docilidad del ganado Angus es considerada tan buena o mejor que la de la mayoría de las razas exóticas europeas, pero no tan dócil como el Shorthorn o Hereford. En general, la raza es relativamente libre de defectos como ubres pendulosas, pezones hinchados y prolapsos uterinos. Esta raza porta un gen recesivo para color rojo en una baja frecuencia (menos del 10%). Cuando dos Angus portadores del gen rojo se aparean, hay un 25% de probabilidad de que la cría que nazca sea de color rojo. En E.E.U.U., los criadores de Angus Rojo trabajan en forma separada del Angus negro y tienen su propia asociación (Briggs y Briggs, 1980; Minish y Fox 1979).

En los programas de cruzamiento, el Angus contribuye con la característica “polled”, pigmentación, fertilidad, madurez temprana, tamaño de la vaca pequeño a

moderado y calidad de la canal (marmoleo o “marbling”). El Angus es una muy buena raza materna y produce una excepcional calidad de carne (Briggs y Briggs, 1980; Minish y Fox 1979).

La raza Angus, originaria de Escocia, es hoy la raza de carne más popular en E.E.U.U. y Argentina. En E.E.U.U., se ha trabajado muy intensamente en su selección genética y se dispone de los mejores reproductores a través del uso de semen. El Angus es la raza de carne más utilizada en inseminación artificial en Chile y los criadores de Angus venden su producción (toros y vaquillas) con facilidad. Se está incorporando mucho el Angus a los rebaños Hereford, que aún es la raza de carne especializada más común en nuestro país. Existe mucha demanda por esta raza por la preferencia que muestran algunos mercados externos (E.E.U.U., Japón y Corea) por carne con infiltración de grasa intramuscular. Por esta particular cualidad, se ha elegido a la raza Angus como una de las razas en estudio para evaluar el marmoleo en los híbridos Wagyu x Angus, ya que sobresale por su grado de marmoleo, para mejorar aún más el nivel de infiltración de grasa intramuscular que presenta el Angus por sí solo (Briggs y Briggs, 1980)².

2.7.2 Razas continentales europeas.

Comparadas con las razas británicas, las razas continentales europeas son generalmente más grandes, de madurez más tardía, de mayor musculatura, menos fértiles y tienen mayores dificultades al parto, por sus mayores pesos al nacimiento. Por el hecho de ser magras, exhiben un mayor porcentaje de cortes vendibles, menor engrasamiento intramuscular, y un grado de calidad más bajo en la tipificación de E.E.U.U. que considera

² www.ansi.okstate.edu/library/cattbeef.html

el “marbling” como criterio básico en la calidad. Como resultado de estas características, se consideran como razas paternas terminales para los programas de cruzamiento, aunque algunas de las razas continentales que producen más leche, tienen mayor fertilidad y un tamaño moderado, pueden ser clasificadas, tanto como razas paternas como razas maternas. Entre éstas últimas están las razas de doble propósito (carne y leche) presentes en Chile; el Clavel Alemán y el Overo Negro (Prado, 2004; Minish y Fox 1979).

En el presente estudio se ha decidido utilizar la raza Clavel Alemán y la raza Normando, para ver su comportamiento tanto en las variables productivas, como en el nivel de infiltración de grasa intramuscular que se produce al hibridarla con la raza Wagyu (esto último se analizará posteriormente a esta memoria de título).

2.7.2.1.- Clavel Alemán.

Esta raza fue traída a Chile por los colonos alemanes y se extendió por todo el país. Actualmente, el Clavel es la raza más importante en la producción de carne en Chile. Tradicionalmente era utilizada tanto para carne como para leche. Las vacas eran ordeñadas en una proporción importante de los rebaños, y producían un ternero muy cotizado para la producción de carne. Hasta hoy, el ternero Clavel es mejor valorado que un ternero Hereford. Con la irrupción del Holstein, muchos ganaderos que se dedican a la producción de leche, han ido reemplazando el Clavel. Actualmente, la mayoría de los rebaños de raza Clavel pura, se dedican más bien a la producción de carne, siendo muy pocos los planteles lecheros tecnificados que utilizan todavía el Clavel. Recientemente, se ha publicitado la creación de la denominada raza Clavel Chilena de carne. Entre pequeños propietarios aún es frecuente que ordeñen vacas Clavel (Prado, 2004).

El color de la raza es rojo con blanco. Las vacas adultas pesan unos 550-575 kg, con una producción de leche promedio de unos 3.500-4.000 kg, en los rebaños usados para producción de carne. El novillo Clavel se engorda hasta los 500-550 kg, unos 100 kg más pesado que el Hereford y el Angus. Este mayor peso de faena implica un período más largo de engorda y permanencia en el campo, siendo común que deban pasar dos inviernos antes de lograr el peso requerido en sistemas extensivos de producción. Esto es muy común en Aysén, donde predomina el Clavel (Prado, 2004).

El novillo Clavel cumple perfectamente con los requisitos del mercado europeo por su peso de faena. Sin embargo, la raza no destaca por infiltrar grasa intramuscular, por eso es que en este estudio se evaluará su comportamiento, tanto en las variables productivas como en su nivel de infiltración de grasa intramuscular al hibridarse con la raza Wagyu.

El Clavel no es una raza que se haya distribuido en el mundo. Quedan algunos rebaños en Alemania y en nuestro país. Existen plantales finos de esta raza, más orientados a la producción de carne. Lamentablemente, no ha existido un trabajo sostenido por seleccionar genéticamente esta raza. Su peso de nacimiento es bastante más alto que en las razas británicas, del orden de 40-44 kg los machos y 38-42 kg las hembras, lo cual produce mayores dificultades de parto, especialmente en primerizas (Prado, 2004).

Debido a su mayor producción de leche, los pesos al destete son superiores a los que se observan en razas británicas. Sin embargo, esta mayor producción de leche puede tener consecuencias negativas en la fertilidad de las madres, especialmente en ecosistemas adversos, ya que no son capaces de acumular las reservas corporales necesarias para pasar el invierno y parir en adecuada condición corporal. Por la estrecha asociación entre condición corporal y fertilidad en medios adversos, la raza Clavel presenta una menor fertilidad que razas con menor producción de leche (Hereford o Angus) (Prado, 2004).

2.7.2.2.- Normando.

La Normando es una raza de tamaño medio, doble propósito que se originó en Normandía, región del noroeste de Francia. Las vacas maduras pesan alrededor de 600 Kg y producen un promedio de 3800kg de leche con 4% de grasa. La línea lechera del Normando produce de 6 a 7 mil litros por lactancia. El Normando posee un interesante y variable patrón de colores. La mayoría de los especímenes son de color caoba y blanco o negro y blanco, con argollas alrededor de los ojos²

El Normando parece no ser tan desarrollado o tan musculoso como las grandes razas continentales europeas, como Charolais, Limousine o Simmental, sin embargo, se ha reportado que tienen más facilidad de parto y pueden ser más fértiles que las razas más grandes².

En Chile se introdujo esta raza hace muchos años, usándose como raza lechera a mediados del siglo pasado. Luego se reemplazó por otras razas lecheras, quedando algunos rebaños en el interior de la IX Región. Por su gran avance genético, en su país de origen, se está reutilizando, por su interesante producción de leche y la composición de la misma. Existe una organización privada que promociona su uso².

Considerando los antecedentes anteriormente descritos y debido a la falta de antecedentes nacionales sobre la raza Wagyu, se planteó este estudio que permitirá proporcionar información sobre la raza y sus características de crecimiento.

² www.ansi.okstate.edu/library/cattbeef.html

3.- OBJETIVOS.

3.1.- Objetivo general.

Evaluar las variables productivas de diferentes tipos de híbridos Wagyu con algunas razas cárnicas tradicionales y de doble propósito presentes en Chile.

3.2.- Objetivos específicos.

- Realizar un análisis comparativo de las variables productivas, peso y ganancia diaria de peso desde el nacimiento hasta el inicio de la engorda entre los diferentes híbridos Wagyu y un grupo control.
- Realizar un análisis comparativo de las variables productivas durante el proceso de engorda entre los diferentes híbridos de Wagyu y un grupo control.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS.

En la presente memoria de título se utilizaron las cruza de la raza Wagyu con diferentes razas presentes en nuestro país.

El estudio se realizó en el Fundo Longovilo (6000 há.), en la comuna de Melipilla, Región Metropolitana, de propiedad de Don Ricardo Ariztía Ruíz y familia. Este fundo se dedica principalmente a la cría y engorda de ganado bovino, al cultivo de viñas y frutales y a la crianza y engorda de cerdos. Longovilo es una empresa pecuaria, que desde el 2005 es PABCO A, lo cual le permite exportar carne a cualquier mercado externo.

El proyecto se desarrolló en un sistema de crianza en pradera natural hasta el destete (aproximadamente 205kg corregido a los 205 días), posteriormente se enviaron a engorda intensiva en corrales tipo “feedlot”, desde el destete hasta la venta (peso faena japonés mayor a 650kg), en el cual, la dieta se basó en ensilaje de maíz 7-8kg aprox, maíz húmedo 4-5kg aprox. (ambos alimentos producidos en el mismo predio), afrecho de soya 1,5-2,5kg aprox, afrecho de maravilla 2-3kg aprox, harinilla de trigo 2-4kg aprox. y un suplemento mineral y vitamínico.

4.1.- Variables productivas.

Se utilizaron 211 novillos de la raza Wagyu en cruza con diferentes razas presentes en nuestro país durante la temporada 2004-2005. Entre éstas, se utilizó una raza de carne (Angus) y dos de doble propósito (Clavel Alemán y Normando). Se ha decidido utilizar la raza Clavel Alemán y la raza Normando, para ver su comportamiento tanto en las variables productivas, como en el nivel de infiltración de grasa intramuscular que se produce al hibridarla con la raza Wagyu.

Se realizó un análisis comparativo de las variables productivas entre los diferentes híbridos Wagyu, y a la vez, se comparó con un grupo de novillos de la raza Angus, nacidos en el mismo período de parición que los híbridos Wayu, hasta el pesaje de venta de éstos. Las variables productivas que se estudiaron fueron:

- Peso al nacimiento.
- Peso al destete corregido a los 205 días.
- Pesos corregidos a los 365 y 550 días.
- Peso a la faena.
- Ganancia diaria de peso entre los períodos señalados y durante la engorda (ganancia diaria de peso predestete, postdestete y durante la engorda).

Los pesos se corrigieron mediante las formulas que se presentan a continuación:

Corrección de peso al destete a los 205 días (Taylor y Field, 1999).

$$PC_{205} = \left[\frac{PD - PN}{\text{Edad (días)}} \right] \times 205 + PN + FC$$

Donde:

PD: Peso de destete

PN: peso nacimiento

FC: Factor de corrección por la edad de la madre.

El Factor de corrección se muestra en la tabla N° 9.

Tabla N° 9: Factor de corrección del peso del ternero a los 205 días, según la edad de la madre (Taylor y Field, 1999).

Factor de corrección del peso del ternero según la edad de la madre	
Edad	Kgs a agregar en la fórmula
Hasta 27 meses	23,6
27-39 meses	15,9
39-47 meses	10,4
47-59 meses	4,1
59-144 meses	0
144 ó más	5,4

Corrección de peso a los 365 días (Taylor y Field, 1999).

$$P_{365} = \left[\frac{PA - PD \text{ s/c}}{\text{N}^\circ \text{ de días entre pesaje}} \right] \times 160 + PD \text{ c}$$

Donde:

PA: Peso actual

PD s/c: peso al destete sin corregir

PD c: peso destete corregido

Corrección de peso a los 550 días (Taylor y Field, 1999).

$$P_{550} = \left[\frac{PF - PD \text{ s/c}}{\text{N}^\circ \text{ de días entre pesajes}} \right] \times 345 + PD \text{ c}$$

Donde:

PF: Peso final

PD s/c: peso al destete sin corregir

PD c: peso al destete corregido.

Estos datos fueron analizados y comparados entre los animales nacidos el año 2005 desde el nacimiento hasta su venta, para observar su evolución respecto a las variables peso y ganancia diaria de peso.

Se evaluó el comportamiento de los híbridos Wagyu, desde el nacimiento hasta el destete, y durante el proceso de engorda hasta la faena, la cual se realizó hasta el peso de faena que se utiliza en Japón, que es de 680 a 750kgs.

Los animales controles de la raza Angus se engordaron hasta el peso de faena para el mercado nacional, cercano a los 500 kgs, hasta ese momento se les aplicó el mismo manejo que los híbridos Wagyu.

De la base de datos utilizada en el estudio, 211 animales son híbridos Wagyu hijos de vaquillas y 29 son controles de la raza Angus. De los 211 animales, 163 son 50% Wagyu y 50% Angus, 25 son 50% Wagyu y 50% Clavel Alemán y 23 son 50% Wagyu y 50% Normando. Cabe mencionar que los híbridos nacidos de estas dos últimas razas, son hijos de vaquillas que se incorporaron al predio sólo para este estudio.

Se consideraron los datos obtenidos desde el 4 febrero del 2004, hasta los datos registrados de los diferentes híbridos en octubre del 2007.

Los animales se separaron en corrales tipo “feedlot” posterior al destete, 30 animales por corral aproximadamente. Estos corrales eran techados, con poco espacio para moverse ($6m^2$), y con un patio de descanso, sin techo ($6m^2$). Aquí los animales recibieron alimentación dos veces al día con la dieta formulada y suministrada con carro mezclador, que cumple con los requerimientos nutricionales para cada grupo de animales, separados en tres categorías según sus requerimientos: Inicial, intermedia y final.

4.2.- Análisis de la información.

Los pesos de nacimiento, al destete, las ganancias diarias de peso (GDP), y los pesos posteriores, se evaluaron a través del siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + S_j + (H_i * S_j) + b_1 X_{ijk} + e$$

Donde:

Y_{ijk} : es la variable en estudio (peso o ganancia diaria de peso)

μ : es la media poblacional

H_i : es el tipo de híbrido; Wagyu/Angus, Wagyu/Clavel, Wagyu/Normando y controles.

S_j : corresponde al sexo del animal (macho castrado o hembra).

b_{1ijk} : factor de corrección de peso al ingresar al “feedlot”

Las diferencias estadísticas entre los promedios, se establecieron mediante la prueba de Tukey.

Para realizar estas mediciones se utilizó el programa computacional Infostat licencia 2007.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables peso y GDP, fueron analizadas estadísticamente en dos etapas. Primero, se analizaron a edades fijas (nacimiento, destete a los 205 días, 365 días y 550 días), corrigiendo sus pesos y sus GDP mediante las formulas matemáticas antes mencionadas, y luego, se evaluaron estas mismas variables durante el proceso de engorda en “feedlot”. Durante esta etapa, las variables analizadas fueron corregidas por el peso de ingreso de los animales a la engorda, con el objetivo de uniformar las comparaciones entre los animales.

5.1.- Variables productivas analizadas por sexo a edades fijas (nacimiento, 205, 365 y 550 días).

5.1.1.- Peso al nacimiento

En la tabla N° 10, se muestran los pesos promedios y la desviación estándar, de las hembras nacidas el 2005 por tipo de híbrido. En éste caso, se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tabla N° 10: Pesos promedios (PP) y desviación estándar (DE) al nacimiento, para hembras híbridas Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tipo de híbrido	PP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	28,73 ± 2,75 a	71
Wagyu x Normando	29,00 ± 4,73 a	7
Wagyu x Clavel	32,88 ± 6,96 b	17

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Se observa una diferencia estadísticamente superior de las terneras Wagyu x Clavel por sobre las Wagyu x Normando y Wagyu x Angus, lo que concuerda con los antecedentes reportados en la revisión bibliográfica, en cuanto a las razas continentales. La raza (Clavel) presenta pesos de nacimiento que fluctúan entre los 38-42kg en hembras (Prado, 2004), pero al estar en cruce con la raza Wagyu, su peso es inferior, producto de la influencia que tienen los genes Wagyu, que reduce los pesos al nacimiento. Esto concuerda con el estudio realizado por Cundiff et al (2001), quienes al analizar terneros híbridos, de un padre de la raza Wagyu presentaron menores pesos al nacimiento (estadísticamente significativos) con respecto a los hijos de otras razas paterna.

En el presente estudio no se seleccionaron hembras Angus puro para compararlas con las híbridas al nacimiento y durante la engorda, debido a que estas hembras son destinadas a reemplazo de hembras del plantel y no para la engorda y posterior venta para faena.

Entre las hembras Wagyu x Angus y Wagyu x Normando, no existen diferencias estadísticamente significativas. Este resultado no era esperable, pues la raza Normando es

una raza continental de doble propósito, y es normal que tenga mayor peso al nacimiento que las razas británicas, en este caso, que las terneras de la raza Angus. Sin embargo, los pocos ejemplares estudiados de la raza Normando no permiten obtener conclusiones definitivas.

A continuación, en la tabla N° 11, se muestran los pesos promedios y la desviación estándar, de los machos nacidos el 2005 por tipo de híbrido.

Tabla N° 11: Pesos promedios y desviación estándar al nacimiento, de machos híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus.

Tipo de híbrido	PP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	30,39 ± 4,28 a	101
Wagyu x Normando	29,07 ± 2,31 a	15
Wagyu x Clavel	30,75 ± 3,81 a	8
Angus puro	37,00 ± 6,26 b	28

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Se observa una clara diferencia de peso al nacimiento entre los híbridos Wagyu y la raza control Angus puro, siendo esta última estadísticamente superior a los otros animales en estudio. Por el contrario, no se observan diferencias significativas entre los distintos tipos de híbridos Wagyu, pero al igual que en las hembras, los terneros Wagyu x Clavel son levemente más pesados al nacimiento que los otros.

Este resultado no concuerda con lo antes mencionado sobre las razas continentales como el Clavel, que tienden a tener mayores pesos de nacimiento que las razas británicas como el Angus.

Se aprecia que la presencia de genes Wagyu de los terneros en estudio, fue un factor primordial en el menor peso de nacimiento, similar a lo demostrado por Cundiff et al (2001), quienes llegaron a la conclusión que los animales con genes Wagyu presentan menores pesos al nacimiento que otras razas o híbridos que no presenten esta información genética.

En la tabla N° 12, se muestra las diferencias que se producen por el efecto del sexo sobre los pesos de nacimiento de los híbridos Wagyu.

Tabla N° 12: Pesos promedios al nacimiento y desviación estándar, de híbridos Wagyu separados por sexo.

Tipo de híbrido	PP y DE machos (Kg)	PP y DE hembras (Kg)	n
Wagyu x Angus	30,39 ± 4,28 a	28,73 ± 2,75 b	172
Wayu x Normando	29,07 ± 2,31 a	29,00 ± 4,73 a	22
Wagyu x Clavel	30,75 ± 3,81 a	32,88 ± 6,96 a	25
Angus puro	37,00 ± 6,26	Si	28

Letras distintas entre columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). Si= sin

informacion

Como se observa en la tabla N° 12, sólo en los híbridos Wagyu x Angus hay diferencias estadísticamente significativas por el sexo del animal, siendo los machos más

pesados que las hembras. Esto concuerda con lo especificado por Prado (2004), Cundiff et al (2001) y otros investigadores al indicar que los machos son más pesados que las hembras al nacimiento. Pero esta característica no se comparte con los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel, en los cuales las diferencias entre machos y hembras fueron mínimas y no significativas estadísticamente.

En las fotografías que se observan a continuación, se aprecian los terneros de los diferentes tipos de híbridos junto a sus madres.

Fotografía N° 3: Ternero híbrido Wagyu x Normando junto a su madre.



Fotografía N° 4: Ternero híbrido Wagyu x Angus junto a su madre .



5.1.2.- Peso de destete corregido a los 205 días

A los 6 a 7 meses se realizó el destete y los animales ingresaron a la engorda en “feedot”.

En la tabla N° 16, se muestran los pesos promedios y la desviación estándar de las hembras nacidas el 2005 al destete corregido a los 205 días. En éste caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tabla N° 13: Pesos al destete corregido a los 205 días (promedios y desviación estándar), para hembras híbridas Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tipo de híbrido	PP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	197,21 ± 37,67 a	71
Wagyu x Normando	244,43 ± 41,58 b	7
Wagyu x Clavel	174,24 ± 18,31 a	17

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la tabla N° 13 se muestra que las hembras híbridas Wagyu x Normando tienen un peso de destete, corregido a los 205 días, mayor y estadísticamente significativo con respecto a las otras híbridas en estudio.

Según los antecedentes recopilados en la revisión bibliográfica con respecto a las razas continentales, se habría esperado que ambos tipos de híbridas (Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel) presentaran mayor peso al destete que las hembras Wagyu x Angus, (especialmente las Wagyu x Clavel que presentaron mayor peso de nacimiento), producto que las madres de razas continentales son animales de doble propósito y presentan una mayor producción de leche que las hembras Angus. Es probable que el menor peso de destete presentado por las hembras Wagyu x Clavel, se deba a la mala condición corporal en que llegaron las vaquillas Clavel al predio y a la mala alimentación que tuvieron durante la lactancia, producto de la parición de éstos animales en octubre y noviembre del 2005, a diferencia de las hembras Angus que parieron a sus terneras híbridas en la época normal de

parición, en agosto y septiembre. Esto puede ser un factor clave, porque en el campo en diciembre y enero, que es la época de mayores requerimientos de las hembras Clavel, la disponibilidad de pastos era muy escasa y lo que había era de bajo aporte nutricional, lo cual provocó una baja producción de leche por parte de las vaquillas Clavel, e incluso se produjeron algunas muertes de ellas. Es por esta razón que los animales se destetaron con muy bajo peso. Además, cabe mencionar el importante efecto que producen los genes de híbridos Wagyu, con el cual se disminuyen los pesos normales de destete para las distintas razas en condiciones normales.

En la tabla N° 14, se muestran los pesos promedios y la desviación estándar, de los machos nacidos el 2005 al destete corregido a los 205 días. En éste caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro.

Tabla N° 14: Pesos al destete a los 205 días (promedios (PP) y desviación estándar (DE) de machos híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro.

Tipo de híbrido	PP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	212,77 ± 56,78 a	100
Wagyu x Normando	169,21 ± 20,61 b	14
Wagyu x Clavel	168,00 ± 16,79 b	7
Angus puro	236,46 ± 30,11 a	28

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la tabla N° 14 se aprecian las diferencias de pesos al destete a los 205 días en los distintos tipos de terneros, siendo los terneros Angus puro y los híbridos Wagyu x Angus, superiores estadísticamente a los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel. A su vez, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los terneros Angus puro y Wagyu x Angus, ni tampoco entre los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

En este caso, según los antecedentes presentados en la revisión bibliográfica, se habría esperado que los terneros de la raza pura Angus fueran más pesados al destete que los híbridos Wagyu (Cundiff et al 2001, Mir et al 1997), pero esta diferencia es estadísticamente significativa con sólo dos de los tres tipos de híbridos de este estudio. Además, ésta diferencia estadísticamente significativa, se presenta justo con los híbridos que presentaron una baja nutrición durante la fase de lactancia, producto de la parición tardía y bajo aporte nutricional de la pradera durante la época de mayor requerimiento de las vaquillas, por lo cual, no se puede afirmar que este mayor peso de destete sea por la ausencia de genes Wagyu. Además, si se analizara nuevamente la Tabla N° 16, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los Angus puro y los híbridos Wagyu x Angus, por lo que no se podría afirmar, que los terneros que presentan genes Wagyu son más livianos al destete que los animales Angus puro a los 205 días con el peso corregido, en este estudio.

En la tabla N° 15 se presentan las diferencias que se producen por el efecto del sexo entre los pesos de destete de los híbridos Wagyu.

Tabla N° 15: Pesos al destete a los 205 días (promedios y desviación estándar) de híbridos Wagyu separados por sexo.

Tipo de híbrido	PP y DE machos (Kg)	PP y DE hembras (Kg)	n
Wagyu x Angus	212,77 ± 56,78 a	197,21 ± 37,67 a	172
Wagyu x Normando	169,21 ± 20,61 a	244,43 ± 41,58 b	21
Wagyu x Clavel	168,00 ± 16,79 a	174,24 ± 18,31 a	24

Letras distintas en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$)

No se observan diferencias estadísticamente significativas en los pesos de destete corregido a los 205 días entre machos y hembras en los híbridos Wagyu x Angus y Wagyu x Clavel, pero sí las hay entre los machos y hembras Normando, siendo más pesadas las hembras que los machos, contrario a lo que se habría esperado, según antecedentes previos. Esto se podría deber a el estrés sufrido por los machos al momento de la castración ántes del destete, lo cual disminuyó la ganancia diaria de peso que éstos animales presentaban antes de ocurrido este manejo. Además cabe mencionar que el menor número de hembras híbridas de la raza Normando también pudo haber influenciado en este resultado .

Mir et al (1997), no encontraron diferencias en el peso de destete entre machos y hembras híbridas Wagyu, al igual que en este estudio entre los híbridos Wagyu x Angus y Wagyu x Clavel. Si bien en los híbridos Wagyu x Angus no hay diferencias estadísticamente significativas, los machos fueron más pesados que las hembras al destete, pero no ocurre lo mismo con los animales Wagyu x Clavel, en el que las hembras fueron más pesadas que los machos. Esto último no concuerda con investigaciones anteriormente mencionadas en las cuales, los machos tienden a ser más pesados que las hembras, tanto al

nacimiento como al destete. Esto podría deberse a las mismas circunstancias expresadas anteriormente para los híbridos Wagyu x Normando, por el estrés de la castración y el bajo número de hembras híbridas en el estudio. Si bien esto podría haberse repetido en los híbridos Wagyu x Clavel, esta diferencia de peso entre machos y hembras no es significativa.

En la siguiente fotografía se observan los híbridos Wagyu posterior al inicio de la engorda en el “feedlot”.

Fotografía N° 6: Híbridos Wagyu en engorda a corral posterior al destete.



5.1.3.- Ganancia diaria de peso a los 205 días

Se analizaron las ganancias diarias de peso para hembras y machos, y posteriormente se analizó la diferencia entre sexo para esta misma variable.

En la tabla N° 16 se muestran las ganancias diarias de peso y la desviación estándar de las hembras nacidas el 2005 durante el período nacimiento-destete corregido a los 205 días. En éste caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tabla N° 16: Ganancia diaria de peso Clavel entre nacimiento y destete corregido a los 205 días (y desviación estándar) en hembras híbridas Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tipo de híbrido	GDP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	1,04 ± 0,3 a	71
Wagyu x Normando	1,47 ± 0,44 b	7
Wagyu x Clavel	0,84 ± 0,11 a	17

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Como se aprecia en la tabla, la ganancia diaria de peso de las hembras híbridas Wagyu x Normando fue estadísticamente superior a las de las otras hembras al destete. Esto comprueba el mayor peso al destete que presentaron las hembras Normando por sobre las otras híbridas. Entre las hembras Wagyu x Angus y Wagyu x Clavel, no hay diferencias estadísticamente significativas.

Esta información concuerda con lo anteriormente descrito sobre las razas continentales, las cuales deberían presentar mayores ganancias diarias de peso que las razas británicas, por ende, los híbridos de Wagyu x Continentales deberían salir mejor evaluados al analizar esta variable. Esto es así en sólo uno de los dos casos, donde se puede atribuir esta menor ganancia diaria de peso de las híbridas Wagyu x Clavel, a la menor nutrición que presentaron las vaquillas Clavel durante la lactancia y la mala condición corporal al parto y por lo tanto menor producción de leche. Es importante recalcar que, según lo descrito por Prado (2004), la raza Clavel requiere de una muy buena condición corporal al parto y buena nutrición durante la lactancia para poder destetar a terneros más pesados que las razas británicas. Estas características hacen que la raza Clavel no sea propicia para ecosistemas adversos como los de la zona central del país.

En la tabla N° 17, se muestran las ganancias diarias de peso y la desviación estándar de los machos nacidos el 2005 durante el período nacimiento-destete corregido a los 205 días. En éste caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro.

Tabla N° 17: Ganancia diaria de peso y desviación estándar de machos híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro entre nacimiento-destete corregido a los 205 días.

Tipo de híbrido	GDP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	1,12 ± 0,37 ab	100
Wagyu x Normando	0,99 ± 0,17 a	14
Wagyu x Clavel	0,89 ± 0,05 a	7
Angus puro	1,36 ± 0,28 b	28

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Como se observa en la tabla, los machos de la raza pura Angus obtuvieron una ganancia diaria de peso estadísticamente mayor que los híbridos Wayu en el período nacimiento-destete. A su vez, los híbridos Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Wagyu x Angus, no presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a la ganancia diaria de peso entre sí.

Al igual que lo mencionado por Cundiff et al (2001), los híbridos Wagyu obtuvieron la menor ganancia diaria de peso en comparación con las razas británicas, en este caso con los Angus puro. Por el contrario Mir et al (1997), no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los animales con un 50% de genes Wagyu y otros sin la presencia de éstos genes.

Con el análisis de los datos obtenidos, se puede demostrar que los animales que presentan genes de la raza Wagyu presentan menores ganancias diarias de peso que la raza pura utilizada en éste proyecto.

Por el contrario a lo que se habría esperado, las GDP de las razas Continentales no fueron superiores a la raza británica en estudio. Si bien los híbridos Wagyu x Angus presentan una ganancia diaria de peso mayor que las otras razas híbridas, no es lo suficientemente mayor como para estimar una diferencia significativa estadísticamente.

En la tabla N° 18, se observa el efecto del sexo sobre las ganancias diarias de peso de los híbridos Wagyu.

Tabla N° 18: Ganancia diaria de peso y desviación estándar de híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel, separados por sexo al destete a los 205 días.

Tipo de híbrido	PP y DE machos (Kg)	PP y DE hembras (Kg)	n
Wagyu x Angus	1,12 ± 0,37 a	1,04 ± 0,3 a	172
Wayu x Normando	0,99 ± 0,17 a	1,47 ± 0,44 b	21
Wagyu x Clavel	0,89 ± 0,05 a	0,84 ± 0,11 a	24

Letras distintas en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$)

En la tabla N° 18, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre machos y hembras Wagyu x Normando, pero esta diferencia por sexo no se presenta en los otros híbridos. En los Wagyu x Normando, las hembras presentan una mejor ganancia diaria de peso que los machos, lo que concuerda con los mayores pesos obtenidos al destete corregido a los 205 día, pero no concuerda con la bibliografía, la cual indica que los machos deberían presentar una mayo ganancia diaria de peso que las hembras en iguales condiciones. Esto podría justificarse por el estrés sufrido por los machos antes del destete,

que disminuyó las ganancias diarias de peso de estos animales en el último período antes del confinamiento, y el bajo número de hembras Wagyu x Normando analizadas en el estudio, que podrían afectar la significancia estadística. En los otros dos tipos de híbridos, los machos presentan una ganancia diaria de peso mayor que las hembras, lo que no es estadísticamente significativo.

5.1.4.- Peso corregido a los 365 días

Una vez destetados los animales, las hembras permanecieron en la pradera y fueron utilizadas como reemplazo, para ser encastadas en la siguiente temporada. Por esto en los análisis siguientes, sólo incluyen los híbridos machos. Cabe señalar que los controles (Angus puro) no fueron medidos en un período de tiempo cercano a los 365 días de edad (por dificultades del predio), por lo que sus pesos y ganancia diaria de peso no pudieron ser corregidos y comparados con los híbridos.

En la tabla N° 19, se muestran los pesos promedios y la desviación estándar de los machos nacidos el 2005 a los 365 días. Se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tabla N° 19: Pesos a los 365 días (promedios y desviación estándar), de machos híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel.

Tipo de híbrido	PP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	380,69 ± 73,02 b	85
Wagyu x Normando	317,92 ± 39,24 a	13
Wagyu x Clavel	303,71 ± 87,52 a	7

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Como se puede apreciar, los pesos corregidos a los 365 días presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de híbridos Wagyu. Al igual que en el pesaje de destete corregido, los novillos más pesados, estadísticamente diferentes a los otros dos tipos de híbridos, son los novillos Wagyu x Angus y los más livianos son los Wagyu x Clavel, aunque entre éstos y los Wagyu x Normando la diferencia de peso no es estadísticamente significativa.

Según antecedentes previos, esta diferencia existente entre los novillos Wagyu x Angus y los otros dos tipos de híbridos, se justificaría por el bajo peso de destete que presentaron estos dos tipos de híbridos, ya que la diferencia de peso presentada al destete se sigue manteniendo en el tiempo aunque los otros híbridos presenten un crecimiento compensatorio al momento de entrar a la engorda en “feedlot”. Este crecimiento compensatorio se podría evaluar en la siguiente tabla, analizando las ganancias diarias de peso de éstos animales.

5.1.5.- Ganancia diaria de peso (GDP) corregida a los 365 días.

En la tabla N° 20, se muestran las ganancias diarias de peso y la desviación estándar de machos nacidos el 2005 a los 365 días. En este caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel. Al igual que en el pesaje, no se pudo incluir a los controles, Angus puro, porque por problemas del campo, no pudieron ser recopilados estos datos cercanos a los 365 días.

Tabla N° 20: Ganancia diaria de peso y desviación estándar de híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel, separados por sexo al destete a los 365 días.

Tipo de híbrido	GDP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	1,08 ± 0,21 b	85
Wagyu x Normando	0,93 ± 0,13 ab	13
Wagyu x Clavel	0,90 ± 0,40 a	7

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la tabla N° 20 se puede observar que las diferencias de ganancia diaria de peso son mínimas entre los tres tipos de híbridos. A pesar de ello, existen diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos Wagyu x Angus y los Wagyu x Clavel, teniendo una mejor ganancia diaria de peso los primeros. Los novillos Wagyu x Normando no son diferentes estadísticamente ni de los Wagyu x Angus de los Wagyu x Clavel.

Si se hubiese producido un crecimiento compensatorio entre los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel, se habría esperado que las ganancias diarias de peso de éstos animales fueran estadísticamente superior a la que presentaron los novillos Wagyu x Angus en el mismo período, lo que no ocurrió y por el contrario, la ganancia diaria de peso de los híbridos Wagyu x Angus fue estadísticamente superior que la de los Wagyu x Clavel. Esto podría deberse a las condiciones que presentaron los animales durante la engorda, en la cual los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel no presentaron corrales techados como los híbridos Wagyu x Angus y la mayor cantidad de barro podría haber afectado la ganancia diaria de peso y no producir crecimiento compensatorio. En la siguiente fotografía se observan híbridos Wagyu en la engorda a corral cercanos al año de edad.

Fotografía N° 7: Híbridos Wagyu en engorda a corral cercanos al año de edad.



5.1.6.- Peso corregido a los 550 días.

En la tabla N° 21, se muestran los pesos promedios y la desviación estándar de los machos nacidos el 2005 a los 550 días. En éste caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro.

Tabla N° 21: Pesos a los 550 días (promedios y desviación estándar), de machos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro.

Tipo de híbrido	PP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	568,79 ± 81,93 b	84
Wagyu x Normando	508,77 ± 45,65 ab	13
Wagyu x Clavel	480,29 ± 52,57 a	7
Angus	598,14 ± 39,60 c	28

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la tabla N° 21 se observa que los novillos Angus puro, fueron estadísticamente más pesados a los 550 días, que todos los otros híbridos en estudio. Esto concuerda por lo demostrado por Lunt et al (1997) y Cundiff et al (2001), quienes señalan que los animales Angus presentan mayores pesos a los 18 meses que los híbridos con genes Wagyu . Por el contrario, Mir et al (1997), no encontraron diferencia estadística entre novillos 50% Wagyu y animales que no presentaban estos genes al momento de la faena, a los 15 meses. A su vez, los híbridos Wagyu x Angus presentaron un peso estadísticamente mayor que los híbridos Wagyu x Clavel, mientras que los híbridos Wagyu x Clavel y Wagyu x Normando

no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. A su vez, los híbridos Wagyu x Normando no se diferenciaron estadísticamente de los otros dos tipos de híbridos.

Dentro de los híbridos Wagyu, se habría esperado que los animales con genes de razas continentales tuvieran pesos estadísticamente mayores a los 550 días que los híbridos de razas británicas (Cundiff et al 2001, Mir et al 1997), sin embargo, en este estudio, por el contrario, los híbridos Wagyu x Angus fueron más pesados que los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel. Esto confirma que los animales que fueron más pesados al destete, mantienen esta diferencia, hasta el peso de faena normal que se produce en los “feedlots”, que es cercano a los 550 días ó 16 a 17 meses en la zona central del país.

5.1.7.- Ganancia diaria de peso corregida a los 550 días.

En la tabla N° 22, se muestran las ganancias diarias de peso y la desviación estándar de los machos nacidos el 2005 durante el período peso al año corregido-peso corregido a los 550 días. En éste caso se analizan los híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus puro.

Tabla N° 22: Ganancia diaria de peso y desviación estándar de machos híbridos Wagyu x Angus, Wagyu x Normando, Wagyu x Clavel y Angus entre peso al año corregido y peso corregido a 550 días.

Tipo de híbrido	GDP y DE (kg)	n
Wagyu x Angus	1,05 ± 0,15 b	84
Wagyu x Normando	0,97 ± 0,09 ab	13
Wagyu x Clavel	0,92 ± 0,12 a	7
Angus puro	1,38 ± 0,21 c	28

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la tabla N° 22, se observan las diferencias en las ganancias diarias de peso entre los 365 días y los 550 días. La ganancia diaria de peso de los novillos Angus puro es estadísticamente mayor que la de los híbridos Wagyu. A su vez, los híbridos Wagyu x Angus tienen una ganancia diaria de peso estadísticamente mayor que los novillos Wagyu x Clavel, mientras que los Wagyu x Normando no presentan diferencias estadísticamente significativas ni con los híbridos Wagyu x Angus ni con los novillos Wagyu x Clavel.

Mir et al (1997) y Cundiff et al (2001) concluyen que los animales de la raza Angus presentaron mayores ganancias diarias de peso estadísticamente, que los híbridos 50% Wagyu. Esta mayor ganancia diaria de peso confirma el mayor peso que tienen los animales Angus por sobre los híbridos al momento de la faena normal, que se produce alrededor de los 15-17 meses, tanto en E.E.U.U. (Cundiff et al 2001) como en los “feedlots” de Chile.

En la siguiente fotografía N° 8 se observan híbridos Wagyu a los 18 meses de edad.

Fotografía N° 8: Híbridos Wagyu en engorda a corral cercanos a los 18 meses de edad.



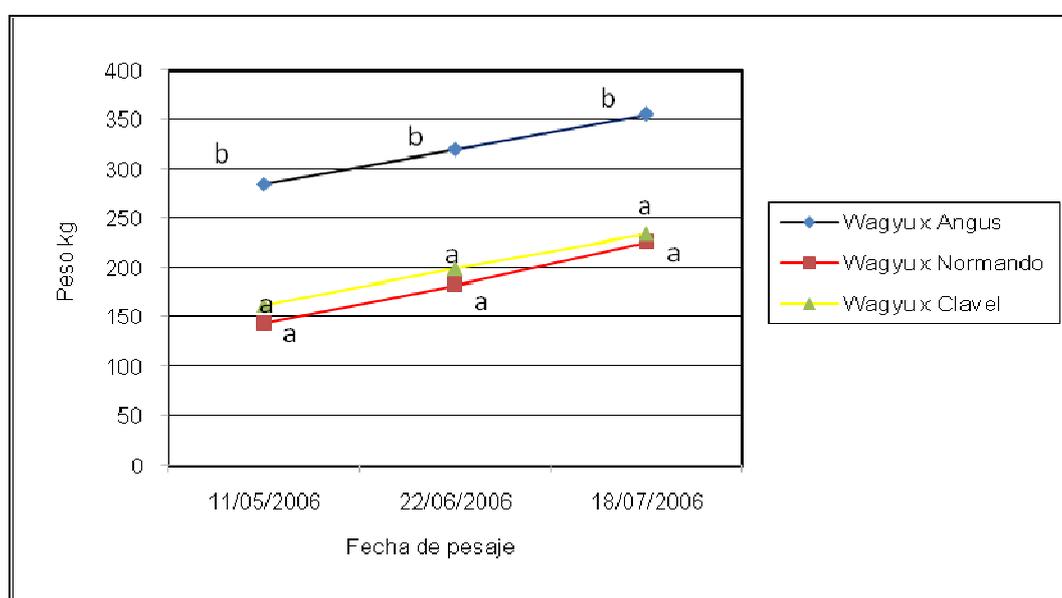
5.2.- Variables productivas analizadas en diferentes fechas durante la engorda

Se evaluaron las variables peso y ganancia diaria de peso durante el proceso de engorda en “feedlot”. Para homogenizar los pesos de ingreso de los diferentes animales, el modelo estadístico considera una covarianza como factor de corrección.

5.2.1.- Evaluación de hembras híbridas Wagyu durante la engorda en “feedlot”.

En el gráfico N° 1, se muestra el peso de las hembras híbridas Wagyu en diferentes fechas en el “feedlot” hasta que fueron liberadas a la pradera para ser utilizadas como hembras de reemplazo.

Gráfico N° 1: Pesos de hembras híbridas Wagyu en diferentes fechas durante la engorda hasta la liberación al campo.



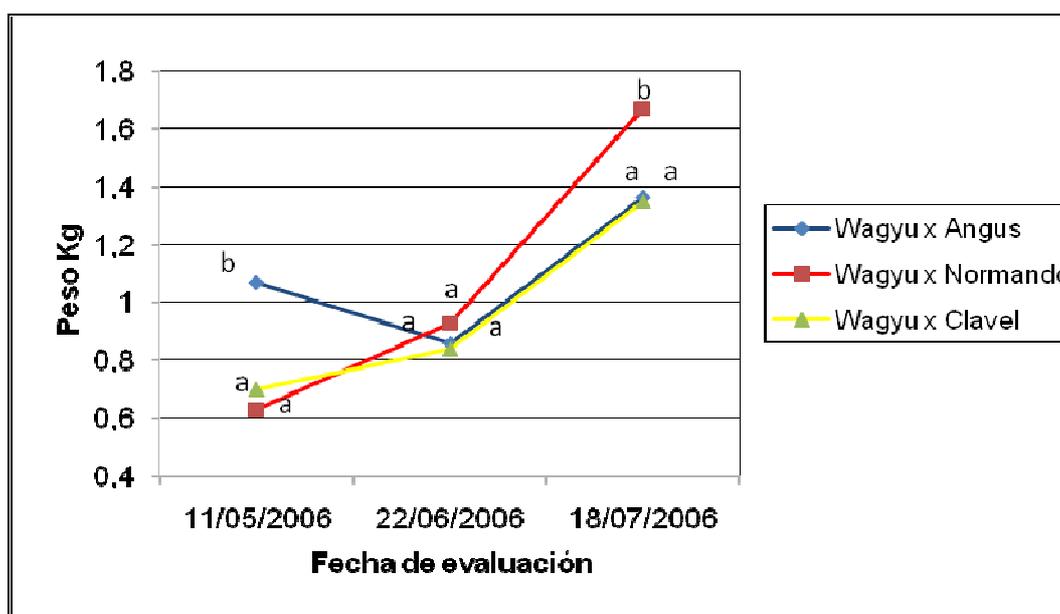
Letras diferentes dentro de pesaje indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

A pesar de la corrección de los pesos, por el peso de ingreso al “feedlot”, el análisis de varianza demuestra que existe una diferencia, estadísticamente significativa, de las vaquillas Wagyu x Angus por sobre las vaquillas Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel. Entre estos dos últimos animales, no se apreciaron diferencias significativas, aunque las vaquillas Wagyu x Clavel presentan un mayor peso a lo largo de los pesajes.

Como se indicó en el análisis de los pesos corregidos a edades fijas, se habría esperado que las vaquillas hijas de razas continentales obtuvieran mayores pesos en las mediciones que las híbridas Wagyu x Angus, por ser hijas de una raza británica. Esto no ocurrió así, probablemente porque las vaquillas híbridas de razas continentales ingresaron con menor peso que las vaquillas Wagyu x Angus y esta diferencia de peso se mantuvo durante la engorda.

Lo importante es analizar si las vaquillas de razas continentales presentaron una mayor ganancia diaria de peso al inicio de la engorda, como crecimiento compensatorio para suplir las falencias alimenticias que tuvieron durante la lactancia. A continuación se analiza la ganancia diaria de peso durante la engorda en el gráfico N° 2.

Gráfico N°2: Ganancia diaria de peso de hembras híbridas Wagyu en diferentes fechas durante la engorda, hasta la liberación al campo.



Letras diferentes dentro de pesaje indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

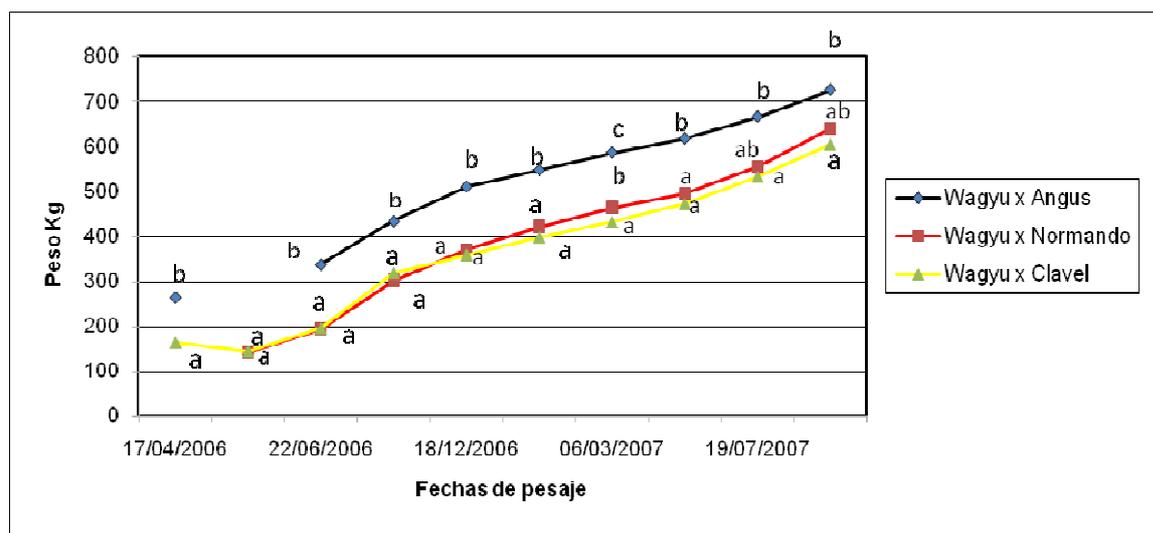
Como se aprecia en el gráfico, al inicio de la engorda las híbridas Wagyu x Angus presentan una mayor ganancia diaria de peso que las vaquillas hijas de madres de razas continentales, pero al segundo mes en el “feedlot”, esta diferencia se anuló, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de híbridas, y en la tercera medición, las híbridas Wagyu x Normando obtuvieron una ganancia diaria de peso mayor estadísticamente que las otras dos híbridas. A su vez, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las híbridas Wagyu x Angus y Wagyu x Clavel.

Esto se puede justificar por el crecimiento compensatorio que podrían haber logrado las vaquillas híbridas hijas de vacas de razas continentales después de una mala nutrición durante el periodo de crianza.

5.2.2.- Evaluación de machos híbridos Wagyu durante la engorda en “feedlot”.

En el gráfico N° 3 se observan los pesos de los machos híbridos Wagyu, durante la engorda en “feedlot”. Desgraciadamente no se pudieron comparar con los novillos Angus puro, utilizados como control, porque las fechas de las mediciones fueron muy diferentes y no hacía posible la comparación. Esto se produjo por dificultades intraprediales y por malas condiciones de la balanza que no hicieron posible realizar todas las mediciones al mismo tiempo.

Gráfico N° 3: Pesos de machos híbridos Wagyu en diferentes fechas durante la engorda en “feedlot”.

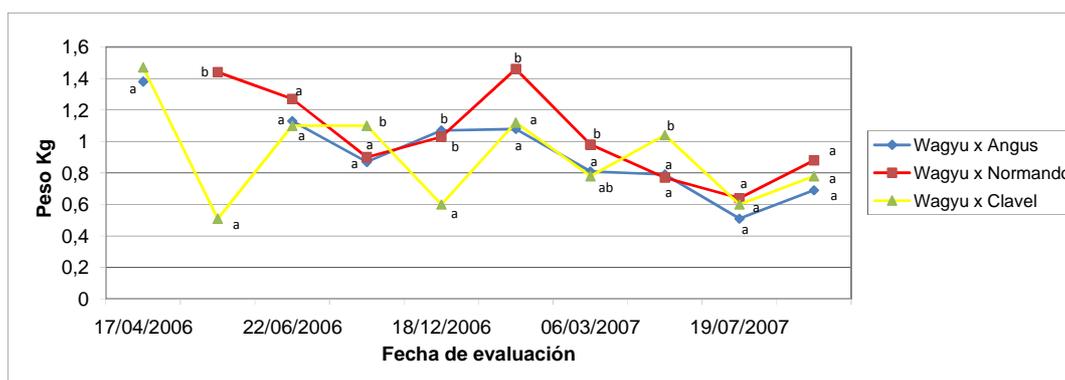


Letras diferentes dentro de pesaje indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Como se observa en el gráfico anterior en los inicios de la engorda, los híbridos Wagyu x Angus presentan peso estadísticamente superior al de los híbridos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel. A su vez, no existieron diferencias significativas entre los pesos de los novillos Wagyu x Normando y Wagyu x Clavel, durante toda la engorda, salvo a los diez meses de la engorda donde se produce una diferencia significativa entre los tres tipos de híbridos. En las mediciones siguientes, continuó presentándose la misma diferencia estadística que en los meses anteriores. En los últimos meses de la engorda, los híbridos Wagyu x Normando aumentaron sus pesos en mayor proporción que los otros dos tipos de híbridos, no diferenciándose estadísticamente de los novillos Wagyu x Angus ni de los Wagyu x Clavel.

En el gráfico se aprecia un crecimiento aproximadamente exponencial de los tres tipos de híbridos hasta las últimas mediciones, y no se alcanza a apreciar el “plateau” que se debería presentar en las últimas etapas de la engorda (Cundiff et al, 2001, Mir et al 1997). Esto se puede evaluar en el siguiente gráfico N° 4, que mide las ganancias diarias de peso durante la engorda corregidas por el peso de ingreso al “feedlot”.

Gráfico N°4: Ganancia diaria de peso de machos híbridos Wagyu en diferentes fechas durante la engorda en “feedlot”.



Letras diferentes dentro de pesaje indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

A diferencia de lo observado en el gráfico N° 3, en que los Híbridos Wagyu x Angus tienen los mayores pesos durante la engorda, aquí no son los que presentan mayores ganancias diarias de peso, por lo general, son los híbridos Wagyu x Normando los que presentan mayores ganancias diarias de peso no siempre estadísticamente significativas. Entre los híbridos Wagyu x Angus y Wagyu x Clavel, no se aprecian diferencias significativas en casi todo el proceso de engorda

Las ganancias diarias de peso entre los tres tipos de híbridos son muy variables durante la engorda. Se puede observar, que después de la mitad de la engorda, las ganancias diarias de peso comienzan a disminuir. Esto concuerda con lo indicado por investigadores como Cundiff et al (2001), Mir et al (1997) y Lunt et al (1997), entre otros, que indican que el peso de los animales comienzan a llegar a un “plateau” alrededor de los 750-800kg, disminuyendo sus ganancias diarias de peso en el último periodo de la engorda.

En la siguiente fotografía se observan los híbridos Wagyu en su etapa final de engorda antes de ser enviados al matadero.

Fotografía N° 9: Híbridos Wagyu en la etapa final de engorda.



Todos los antecedentes antes mencionados hacen relación a que los genes de la raza Wagyu disminuyen los pesos y las ganancias diarias de peso de los híbridos estudiados. Ambas características son indeseables en planteles productores de bovinos de carne, puesto que retrasan la engorda y aumenta el tiempo desde el nacimiento a la venta, con el consiguiente aumento en el costo de alimentación durante este periodo. Solo es aconsejable utilizar esta raza, por el sobrepeso que se puede obtener al vender los híbridos en el mercado internacional.

La característica de menor peso al nacimiento podría ser útil en caso de planteles que presenten un alto porcentaje de dificultades al parto. En éstos casos los híbridos de la raza Wagyu presentan menores pesos al nacimiento y menores porcentajes de asistencia al parto (Cundif et al, 2001). Esto podría utilizarse en un programa de mejoramiento genético con retrocruzas, en la cual, cada cierto número de generaciones, se insemine con la raza Wagyu y dejar en el rebaño a las vaquillas hijas de éstos toros.

Desde el punto de vista de la metodología de estudio, resulta fundamental el buen uso y recopilación de los registros prediales. Con respecto a esto, no llevar los registros de una forma precisa y ordenada, impidió realizar análisis estadísticos más detallados y precisos, e incluso no se pudieron hacer comparaciones importantes que estaban previstas, entre los distintos grupos de animales y también con los animales controles. La forma y precisión cómo el predio llevaba los registros fue una limitante a la hora de realizar el estudio y obtener conclusiones relevantes.

Dentro de las recomendaciones que se pueden hacer a los productores ligados a la engorda de bovinos de carne o sistemas de engorda están las siguientes:

- llevar los registros de una forma más detallada y rigurosa, ojala dejando a una persona dedicada exclusivamente para esto, ya que los predios que cumplen con los requisitos PABCO, deben tener una base de datos muy ordenada y precisa.
- hacer las mediciones en forma regular y a la mayor cantidad de animales que se pueda en un corto período de tiempo.
- utilizar la misma balanza y que ésta se encuentre en buenas condiciones, para poder realizar comparaciones.
- utilizar un sistema, en que los registros estén disponibles tanto en la oficina del predio como en las mismas instalaciones, ya que ahorra tiempo al tener que tomar decisiones.
- destinar recursos para realizar evaluaciones con respecto a la condición sanitaria, bienestar animal y metodología de trabajo en el “feedlot”.

6.- CONCLUSIONES

- Los genes que presenta la raza Wagyu, disminuyen los pesos de nacimiento en machos, en comparación con la raza Angus.
- Al destete, los machos híbridos Wagyu siguen siendo más livianos que los animales controles.
- En general existe una clara diferencia entre los pesos de los híbridos Wagyu y los animales controles, siendo esta diferencia, estadísticamente significativa a favor de éstos últimos en casi todas las mediciones que se realizaron hasta el peso de faena de los controles $\pm 450\text{kg}$, siendo todos los animales del estudio alimentados con la misma dieta y en igual cantidad.
- En la mayoría de las evaluaciones realizadas, los híbridos Wagyu presentaron una menor ganancia diaria de peso (GDP) en comparación con los animales controles.
- Durante la engorda, los híbridos Wagyu x Angus presentaron mayores pesos, en la mayoría de las evaluaciones en comparación con los otros tipos de híbridos. Al mismo tiempo existen diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos Wagyu x Clavel y Wagyu x Normando.
- Durante el proceso de engorda, las GDP entre los distintos tipos de híbridos Wagyu no fueron diferentes.

7.- BIBLIOGRAFÍA .

- ANRIQUE, R. 2004. Razas y cruzamientos en ganado de carne. **In:** Rojas, C. Manual de Producción de Bovinos de Carne para la VIII, IX y X Regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), CRI Carillanca. Temuco, Chile: 177-201.

- BUSBOOM J., REEVES J. 1997. Japanese meat grading. **In:** 3° Wagyu Symposium. Washington State University, U.S.A. 14-16 marzo 1997: 29-32.

- BRIGGS H.M., BRIGGS D.M. 1980. Modern Breeds of Livestock. Fourth Edition. Macmillan Publishing Colorado, U.S.A. 20-38.

- CAMERON P., LUNT D., SMITH S. 1993. Carcass characteristics of Angus steers fed to Japanese market standards. Meat Sci. 33: 385-390 (citado por SMITH S., LUNT D, ZEMBAYASHI M. 2000. Marbling and how to manipulate it. **In:** Proceedings, World Wagyu Symposium. Brisbane, Australia. 4 y 5 noviembre 2000. Texas A&M University, Department of Animal Science: 15-24).

- CHILE . Oficina de Planificación Agrícola. ODEPA. 2006. Carne bovina: tendencias y precios Avance 2006 [en línea] http://www.sago.cl/descargas/sit_persp_enero06.pdf [consulta: 08-03-2006].

- CUNDIFF L., WHEELER T., GREGORY K., SHACKELFORD S., KOOHMARAIE M., THALLMAN M., VAN VLECK L. 2001. Preliminary results from cycle VI of the cattle

germplasm evaluation program at the Roman L.Hruska U.S. Meat Animal Research Center.

[en linea]

<http://www.ars.usda.gov/SP2Userfiles/Places/5480000/GPE/GPE21.pdf> [consulta: 10 de junio del 2006].

- LUNT D., CHUNG K., CHOI C., SMITH S. 1997. Production characteristics and carcass quality of Angus and Wagyu steers fed to U.S. and Japanese endpoints. **In:** 2005 Beef cattle research in Texas. Texas, U.S.A. 10-14 Agosto 2005. Department of Animal Science, Texas A&M, University: 133-138.

- MAKI S., JOHNSON K., SEARS O., GASKINS C., MICHAL J. 1997. The growth performance of Wagyu Cross (F1) cattle during a background, grazing and finishing phase. **In:** 3° Wagyu Simposium. Washington State University, U.S.A. 14-16 marzo 1997: 39-43.

- MINISH G., FOX D. 1979. Beef Production and Management. Prentice-Hall Company, Reston, Virginia, U.S.A.: 12-29.

- MIR P., BAILEY D., JONES S., WESELAKE R., LOZEMAN F. 1997. Growth performance, carcass characteristics and tenderness of meat from beef cattle with Wagyu genetic influence. **In:** 3° Wagyu Simposium. Washington State University, U.S.A. 14-16 marzo 1997. Agriculture and Agri-Food Canada: 105-114.

- NAMIKAWA, K. 1997. Breeding history of Japanese beef cattle and preservation of genetic resources as economic farm animals. **In:** 3° Wagyu Symposium. Washington State University, U.S.A. 14-16 marzo 1997: 1-27.

- PRADO R. 2004. Razas bovinas para producción de carne. Apunte Docente. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. de Fomento de la Producción Animal:1-18.

- ROGERS P., GASKINS C., JOHNSONS K. 2002. Cow efficiency and calf growth to weaning of purebred Wagyu and Angus cows with purebred and reciprocally crossed calves. Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science. Washington State University, Pullman, U.S.A. Vol.53.

- SMITH K., SUNDERS J., LUNT D. 1992. Evaluation of birth and weaning characteristics of half-blood and three-quarter blood Wagyu-Angus calves. J. Anim. Sci. 70 (Suppl.1):141 (citado por LUNT D., CHUNG K., CHOI C., SMITH S. 1997. Production characteristics and carcass quality of Angus and Wagyu steers fed to U.S. and Japanese endpoints. **In:** 2005 Beef cattle research in Texas. Texas, U.S.A. 10-14 Agosto 2005. Department of animal science, Texas A&M, University: 133-138).

- SMITH S., LUNT D., ZEMBAYASHI M. 2000a. Manipulating breed lines for maximum performance. **In:** Proceedings, World Wagyu Symposium. Brisbane, Australia. 4 y 5 noviembre 2000. Texas A&M University, Department of Animal Science: 1-11.

- SMITH S., LUNT D, ZEMBAYASHI M. 2000b. Marbling and how to manipulate it. **In:** Proceedings, World Wagyu Symposium. Brisbane, Australia. 4 y 5 noviembre 2000. Texas A&M University, Department of Animal Science: 15-24.

- TAYLOR R., FIELD T. 1999. Beef Production and Management Decisions. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A.: 117-125.

- ZEMBAYASHI M. 1994. Effects of nutritional planes and breeds on intramuscular lipids deposition in M. longissimus dorsi of steers. Meat Sci. 38: 367-377 (citado por SMITH S., LUNT D, ZEMBAYASHI M. 2000. Marbling and how to manipulate it. **In:** Proceedings, World Wagyu Symposium. Brisbane, Australia. 4 y 5 noviembre 2000. Texas A&M University, Department of Animal Science: 15-24).

- ZEMBAYASHI M., NISHIMURA K., LUNT D., SMITH S. 1995. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. J. Anim. Sci. 73:3325-3332. (citado por LUNT D., CHUNG K., CHOI C., SMITH S. 1997. Production characteristics and carcass quality of Angus and Wagyu steers fed to U.S. and Japanese endpoints. **In:** 2005 Beef cattle research in Texas. Texas, U.S.A. 10-14 Agosto 2005. 133-138).

- ZEMBAYASHI M., LUNT D., SMITH S. 1999. Dietary tea reduces the iron content of beef. Meat Sci. 53: 221-226 (citado por SMITH S., LUNT D, ZEMBAYASHI M. 2000. Marbling and how to manipulate it. **In:** Proceedings, World Wagyu Symposium. Brisbane, Australia. 4 y 5 noviembre 2000. 15-24).