

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES A LA FAENA DE NOVILLOS  
WAGYU PUROS O CRUZA CON ANGUS, HEREFORD Y HOLANDO**

**por**

**Felipe ARAMBERRI RAFFO  
José Leandro OLANO SARAVIA**

**Trabajo final de grado presentado como  
uno de los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2022**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

---

Ing. Agr. (PhD) Ana C. Espasandín

---

Med. Vet. (Mag) Rafael Delpiazzo

---

Ing. Agr. Martín Rogberg

---

Lic. Bioq. Andrés Rogberg

Fecha: 16 de diciembre de 2022

Autores:

---

Felipe Aramberri Raffo

---

José Leandro Olano Saravia

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra tutora, Ing. Agr. PhD. Ana C. Espasandín por la guía y el apoyo brindado en esta etapa.

A nuestras familias y amigos que nos han acompañado y apoyado durante toda la carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b>	II
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	III
<b>LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES</b>	V
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	2
2.1. La raza Wagyu	2
2.2. El sistema de producción Wagyu	3
2.3. Caracterización de la carne Wagyu	3
2.4. El proceso de faena	4
2.5. Hipótesis	7
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	8
3.1. Descripción de la muestra	8
3.2. Procesamiento y análisis de datos	10
<b>4. RESULTADOS</b>	11
4.1. AOB	11
4.2. EGS	12
4.3. BMS	12
4.4. PESO A FAENA (peso neto)	13
4.5. RENDIMIENTO	14
<b>5. DISCUSIÓN</b>	16
<b>6. CONCLUSIONES</b>	19
<b>7. RESUMEN</b>	20
<b>8. SUMMARY</b>	21
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	22

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
Cuadro 1. Resultado de ANAVA para Área de Ojo de Bife.....	11
Cuadro 2. Resultado de ANAVA para Espesor de Grasa Subcutanea.....	12
Cuadro 3. Resultado de ANAVA para BMS. ....	13
Cuadro 4. Resultado de ANAVA para Peso a faena.....	13
Cuadro 5. Resultado de ANAVA para Rendimiento. ....	14

Figura No.	Página
Figura 1. Escala de BMS.....	6
Figura 2. Superposición figura calcada sobre lámina cuadriculada.....	9
Figura 3. Medias para el AOB de cada uno de los genotipos. ....	11
Figura 4. Medias para el EGS de cada uno de los genotipos. ....	12
Figura 5. Medias para el BMS de cada uno de los genotipos. ....	13
Figura 6. Medias para el peso de faena de cada uno de los genotipos.....	14
Figura 7. Medias para el rendimiento de cada uno de los genotipos. ....	15
Figura 8. Relaciones entre EGS y BMS.....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

Uruguay se caracteriza por ser un país agroexportador, cuyo principal producto de exportación es la carne vacuna, significando la misma un 23,2 % del total de exportaciones del país en el año 2020 (MGAP. DIEA, 2021). La misma, es destacada por su calidad, lo que genera que sea altamente demandada por los mercados internacionales.

Además del buen posicionamiento que Uruguay posee en los mercados, que explica la competitividad del sector cárnico, es sabido que el país presenta ventajas comparativas para la producción de carne, determinadas por el clima y los recursos naturales, tales como las aguadas y los pastizales que predominan en el territorio, que permiten que se den condiciones propicias para el desarrollo de la ganadería vacuna como principal rubro económico en cuanto a exportaciones.

Por otra parte, se han implementado políticas sectoriales enfocadas a favorecer la inserción internacional, tales como la trazabilidad obligatoria y otros programas de valorización de la carne, a través de la implementación de certificaciones y etiquetado, los cuales permitieron, por ejemplo, acceder al mercado del NAFTA (Carriquiry, 2011).

En línea con lo mencionado, y con el objetivo de producir carne con una calidad diferencial, es que se introduce al país la raza japonesa Wagyu en el año 2000 (Cabaña el Oriental, s.f.). La misma presenta gran capacidad de infiltración de grasa intramuscular, lo que determina un alto grado de marmoleo, el cual se relaciona positivamente con la terneza, jugosidad y sabor de la carne, como propiedades organolépticas que hacen que sea un producto preferido por los consumidores, y que por lo tanto tenga la posibilidad de acceder a nichos de mercado específicos, que paguen un precio superior.

A pesar de que existen trabajos en los cuales se caracteriza la raza en sus etapas de crecimiento y engorde, es pertinente que se desarrolle una caracterización de los atributos de la raza en torno a la faena, de modo de generar conocimiento acerca del producto final ofrecido por parte de la raza. Es por eso que el presente trabajo final de grado tiene como objetivo la caracterización de variables a la faena de novillos Wagyu puros, y cruza con Angus, Hereford y Holando en sistemas de producción nacional.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. La raza Wagyu**

El ganado Wagyu se originó a partir de razas nativas japonesas que han evolucionado y se han mejorado para obtener carne de mayor calidad, conforme incrementó la producción de carne vacuna en Japón. Este aumento en producción se vio asociado al incremento en popularidad del consumo de dicho alimento, que es más propio de la cultura de occidente. Las razas nativas japonesas conocidas como “Wagyu” son cuatro, pero la más conocida y mayoritaria es Japanese Black (Motoyama et al., 2016).

Según Namikawa (s.f.) la raza se mantuvo aislada por más de dos siglos y en un principio estos animales eran utilizados como herramienta de tiro ya que el consumo de carne estuvo prohibido hasta 1868 con la restauración de Meiji, motivo por el cual eran animales que requerían características diferentes a las de hoy en día. Dr. M. Ishiara, citado por Namikawa (s.f.) resume algunas características de estos animales nativos como:

- Predominancia del color negro en el pelaje y ganado negro con manchas blancas en la ubre o cerca de la parte inferior, o una pequeña cantidad de pelos blancos sobre la piel negra.
- El tamaño del cuerpo era pequeño. La altura a la cruz de las hembras maduras era de 115-118 cm, y la de los machos de unos 123-125 cm.
- La mitad anterior del cuerpo es más ancha pero la mitad posterior y el cuello eran delgados, lo que redonda en una mala conformación cárnica.
- La calidad del pelaje y la piel era buena y el pelo era rizado, sus cuernos eran de color blanco azulado, textura fina y sección redonda. El cuerpo es de líneas finas, con articulaciones y tendones fuertes al igual que sus pezuñas, lo que beneficiaba en un movimiento y tracción eficiente del animal.
- Las vaquillonas tenían su primer parto a los 24 meses de edad y los toros se utilizaban a los tres años para su primer servicio.
- Presentaban más habilidades para trabajar la tierra y carga que el ganado moderno.
- Producción máxima de leche de 3,3 kg/día con una lactancia de aproximadamente 116 días en promedio.
- Presentaban una baja ganancia de peso diaria y eficiencia de conversión alimenticia pero una excelente calidad cárnica.

Luego de este acontecimiento el gobierno decidió importar animales vivos para su uso reproductivo y fue en este momento cuando se comenzaron a realizar cruzamientos con razas foráneas con el objetivo de mejorar rasgos de importancia económica. Algunas de las razas que aportaron a la formación del Wagyu son Brown Swiss, Shorthorn, Devon, Simmental, Ayrshire, Holstein, Korean Cattle y Aberdeen-Angus.

En principio los agricultores no mostraron preocupaciones por la inclusión de las razas foráneas, pero el cruce se convirtió en un uso común en los primeros años

estimulado por los altos precios de los cruces en los mercados. Sin embargo, éste cayó repentinamente en 1910 debido a que eran considerados animales inferiores “mejorados” indeseables por su rendimiento laboral, motivo por el cual a partir de dicho año no se repitieron más cruces con razas extranjeras.

Por decisión del gobierno en 1919 comenzó la selección y el registro del llamado “ganado japonés mejorado” y se fijaron las razas modernas. En la actualidad hay cuatro razas dentro del Wagyu en Japón, estas son el Japanese Black, Japanese Brown, Japanese Polled y Japanese Shorthorn (Namikawa, s.f.).

## **2.2. El sistema de producción Wagyu**

En Japón, los animales se crían en corrales alimentados en grupo, con un sistema abocado a producir carne con un alto grado de marmoreo. La alimentación consiste en una dieta alta en concentrados desde los 11 hasta los 30 meses de edad. En el período de engorde en particular, el método más común es proporcionar la mayor cantidad posible de concentrado y paja de arroz ad libitum. De los 11 a los 18 meses de edad, la dieta incluye cantidades crecientes de concentrado, y cantidades decrecientes de fibra. Durante la etapa final, desde los 18 meses hasta el sacrificio (a los 30 meses aproximadamente), la dieta comprende 86,4 % a 84,2 % de concentrado y 13,6 % a 15,8 % de forrajes. Todo el ganado tiene acceso constante a agua y bloques que contienen minerales, sal y diuréticos (Gotoh et al., 2018).

## **2.3. Caracterización de la carne Wagyu**

La característica más destacable de esta carne es el alto contenido de grasa intramuscular (IMF), el cual mejora la textura y jugosidad de la carne y por ende su aceptabilidad y palatabilidad. Esta grasa le da ese aspecto veteado a la carne, y es lo que se conoce como marmoreo. El contenido de grasa en el ojo de bife puede estar por encima del 50 % (Motoyama et al., 2016). Por otra parte, según Matsuishi et al. (2001), la carne Wagyu tiene un aroma dulce y graso que desaparece después del sacrificio pero que luego se genera durante el almacenamiento bajo oxígeno.

El contenido de IMF varía según el tiempo, la dieta de finalización y el tipo de raza. El IMF aumenta con el tiempo en el ganado alimentado con granos y pasto, pero la tasa de aumento en el ganado alimentado con granos es más rápida que en el ganado alimentado con pasto (Smith et al., 2009). Los novillos negros japoneses alimentados con una dieta alta en concentrados durante todo el período de engorde (de 10 a 30 meses de edad) muestran una mayor expresión de factores de transcripción adipogénicos en los adipocitos subcutáneos e intramusculares que aquellos alimentados con una dieta alta en fibra (Yamada y Nakanishi, 2012). Además se sabe que por cada 1 % de aumento de IMF en el músculo *Longissimus*, se observó un aumento de 3,0 kg de tejido adiposo subcutáneo en Negro Japonés, 4,3 kg en Holstein Friesian, 7,9 kg en Angus Alemán y 10,7 kg en Azul Belga (Gotoh et al., 2009). Este es un dato de gran relevancia, ya que implica que los animales de raza Wagyu tienen la capacidad de depositar grasa intramuscular habiendo depositado cantidades inferiores de grasa subcutánea que los animales de las demás razas consideradas, los cuales debieron depositar altas cantidades de grasa subcutánea para poder lograr



depositar un kilogramo de grasa intramuscular. Estos son datos que permiten observar la clara superioridad (en términos de eficiencia energética) de la raza Wagyu para lograr el marmoreo de la carne que tanto la caracteriza.

Por otra parte la composición de ácidos grasos de la grasa del Wagyu es diferente a la de otras razas, presentando una concentración mayor de ácido oleico, el cual reduce los factores de riesgo de enfermedades metabólicas en humanos y se asocia con un bajo punto de fusión de la grasa pudiendo estar relacionado con la palatabilidad general de la carne (Smith et al., 2006). Esta relación con la palatabilidad, es debida a que un bajo punto de fusión permite que la grasa se derrita a la temperatura de la boca (Irie et al., 2003).

May et al. (1993) realizaron un trabajo de investigación en el cual se estudiaba la composición de ácidos grasos del tejido adiposo subcutáneo e intramuscular del músculo *Longissimus dorsi* de animales de raza Wagyu y Angus. Los mismos fueron alimentados con la misma dieta, logrando obtener ganancias medias diarias de 0,9 kg/animal/día.

Está demostrado que la composición de ácidos grasos está influenciada por la dieta y la raza, y que los cambios en la composición de ácidos grasos afecta la palatabilidad de la carne, particularmente el sabor; y los resultados de dicho experimento permitieron establecer diferencias en la composición entre las distintas razas, y a su vez, mediante pruebas de consumidores, también lograron diferenciarlas por el sabor.

En adición, Melton et al. (1982) demostraron la existencia de una relación significativa entre las puntuaciones de sabor deseables y el porcentaje de ácido oleico, que es un ácido graso monoinsaturado, cuya contribución al tejido graso del ganado Wagyu es elevada. Fue comprobado por Tanaka, citado por May et al. (1993), que la grasa subcutánea de novillos Wagyu contiene más de 48 % de ácido oleico.

A modo de descripción de los resultados obtenidos en el trabajo de May et al. (1993), quedó demostrado con diferencias estadísticamente significativas, que la mayor diferencia a favor de la raza Wagyu con respecto a la Angus es en el ácido oleico, tanto en grasa subcutánea como en intramuscular, siendo marcada la superioridad en el contenido; mientras que el otro ácido graso que presentó diferencias fue el palmítico, que fue el de mayor diferencia entre los saturados, siendo superior en Angus que en Wagyu.

#### **2.4. El proceso de faena**

Previamente a detallar las etapas y describir el proceso de faena tal como sucede en las plantas frigoríficas, es pertinente comentar las implicancias que tiene la calidad de la canal. La misma está determinada por diversos factores, como lo son el peso, que es condicionante del peso de los cortes (y existen bonificaciones por parte de la industria para carcasas que superan los 260 kg); la distribución de la grasa, que hace referencia al grado de terminación del animal; el color de la grasa, que se asocia a la edad del animal; la composición regional, que determina la proporción de cortes

con valor diferencial; la composición tisular y por último, interesa la adecuación de la calidad de la canal con los requerimientos particulares de cada mercado.

El tiempo entre que el animal llega al frigorífico y comienza la faena se denomina período de desbaste, que generalmente dura entre 15 y 18 horas. Este desbaste se realiza para que se evacúe el contenido del tracto gastrointestinal, y para constatar que no haya animales que presenten alguna sintomatología que amerite alguna faena especial (Franco, 2021).

Luego de este período el animal ingresa a la primera etapa de la faena, que se conoce como noqueo o insensibilización. Esto es fundamental desde el punto de vista del bienestar animal, ya que el animal debe morir en el degüello pero sin ninguna reactividad, por lo que se realiza esta insensibilización previa con pistola eléctrica o pistola de perno cautivo. Posteriormente ocurre el degüello y desangrado, donde se destaca que cuanto mejor se realice es mejor para la carne, ya que cuanto menos sangre retenga la carne, mejor será su color, aspecto y conservación. Después se realiza el cuereado, en el cual se extrae el cuero con un rodillo que lo despega del animal. El cuereado de las patas y de las manos se hace manualmente por parte de los operarios. Le sigue a esto el eviscerado, que es una etapa crítica para la contaminación. Se debe evitar cortar el rumen, ya que junto al cuero son las principales fuentes de contaminación. El paso que le sigue al eviscerado, es el aserrado de las medias reses. Una vez aserradas, se realiza el lavado de las medias reses, con agua potable, con la que el frigorífico debe contar. Por último se realiza la tipificación de las canales y el peso en cuarta balanza, que es el peso de las dos medias reses.

El rendimiento canal se define como la relación entre peso canal (4ta balanza) sobre peso vivo al momento de la faena, expresado en porcentaje. Todo aquello que no compone la canal son los despojos comestibles (tripas, órganos, sangre, etc); los despojos no comestibles (cuero, pezuñas, cuernos, etc); el contenido del tracto digestivo, y las pérdidas por evaporación, aserrado, recortes, etc, y en la medida que estos aumenten en proporción, disminuye el rendimiento. Generalmente, los animales alimentados a pasto suelen tener un menor rendimiento que los alimentados a grano, fundamentalmente por el contenido y tamaño del tracto digestivo (Franco, 2021).

Según Díaz (2005), la raza Wagyu presenta rendimientos canal similares a las razas británicas, que rondan el 60 %; siendo estos superiores a los de los animales lecheros debido a la menor adiposidad que presentan últimos (Branaman et al., 1962).

En cuanto al sistema de tipificación, anteriormente mencionado, cabe destacar que sus objetivos son identificar la preferencia de los consumidores, transmitir señales al sector productivo y contribuir al proceso de comercialización. Dentro de este sistema, se diferencian los animales por categoría, según su dentición; y se usan escalas de conformación y de terminación. La escala de conformación hace referencia a la relación músculo hueso y la de terminación al grado de engrasamiento, es decir a la relación músculo grasa.

Luego de que los animales se faenan, van a un pasillo donde se orea la carne por 36 a 48 horas y luego se introducen a las cámaras frigoríficas. Una vez ingresado, se realiza el cuarteo, en donde se separa la columna entre la décima y la décimo primera costilla, que es donde se separa el cuarto delantero del cuarto trasero. Además

de las mediciones que hace la industria, a nivel de investigación, se llevan a cabo otras medidas como lo son el área del ojo de bife (AOB) y el espesor de grasa subcutánea (EGS), en el músculo *Longissimus dorsi*, a la altura de la décima costilla. Además, se mide también el marmoreo o BMS (Beef Marbling Standard), mediante una escala visual y subjetiva (figura1), que asigna valores del 12 al 1 a los distintos grados de veteado de la carne, siendo el 12 el nivel más alto (Pérez Lozano, 2016).

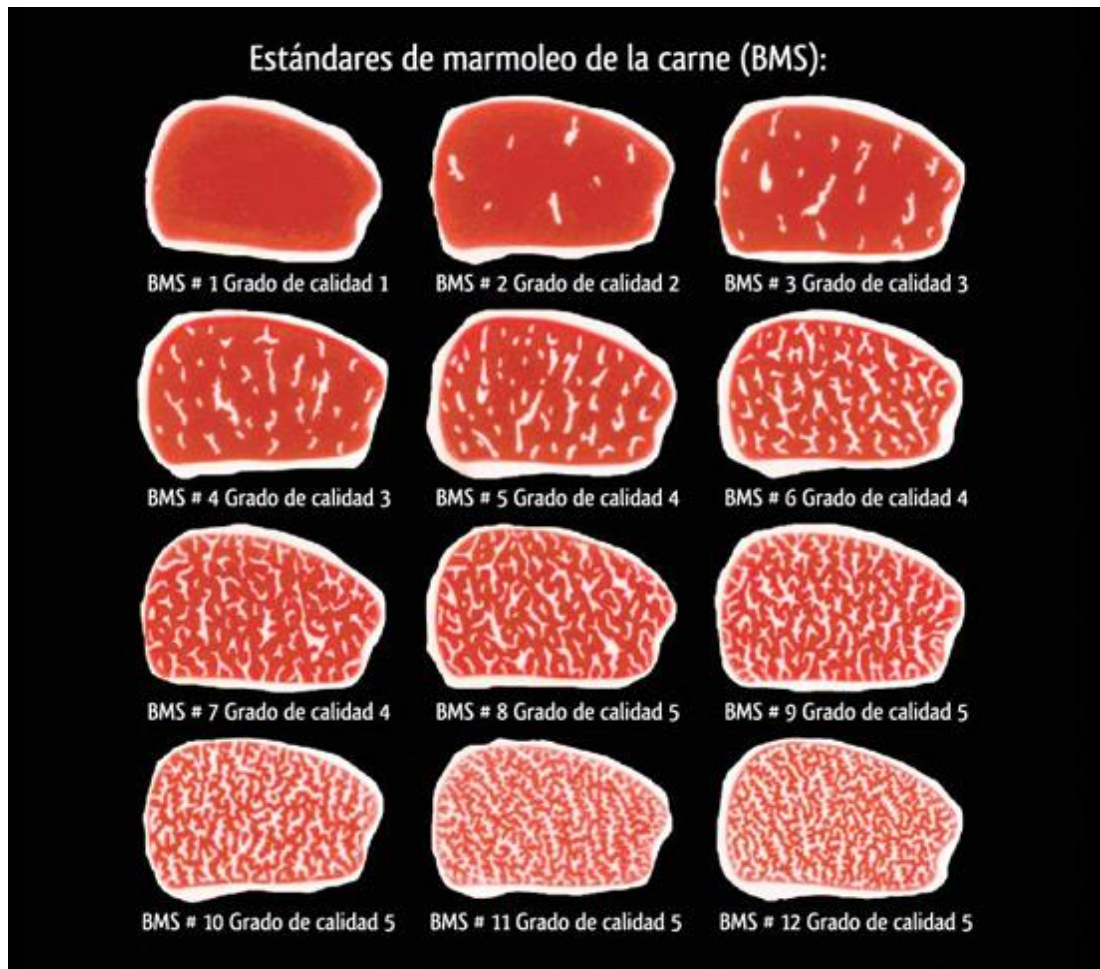


Figura 1. Escala de BMS.

**Fuente:** tomado de Pérez Lozano (2016).

## 2.5. Hipótesis

Luego de realizar la revisión bibliográfica, basados en el material recopilado se formularon las siguientes hipótesis:

- Los ejemplares Wagyu puros presentan un mayor grado de marmoreo y AOB, seguidos de las cruzas con una mayor influencia de esta raza.
- Los ejemplares Wagyu puros presentan un menor EGS que los cruza y dentro de los cruza los F1 holando presentan un nivel menor que los F1 Angus.
- En cuanto a peso neto los ejemplares con una mayor proporción de sangre de la raza Wagyu presentan los valores inferiores.
- En el caso del rendimiento canal los animales Wagyu y sus cruzas con razas británicas presentan rendimientos canal similares entorno al 60 %, siendo superiores a los cruza Holando.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción de la muestra**

En el presente experimento se trabajó a partir de datos recabados de una muestra de 59 animales, cuya faena se llevó a cabo en el Frigorífico Casa Blanca (FRICASA), ubicado en el departamento de Paysandú.

Los animales se diferencian por su genotipo y sexo, determinando la siguiente conformación de la muestra:

- 3 vaquillonas Wagyu puras
- 1 vaquillona Wagyu cruza con Angus F1
- 1 vaquillona Wagyu cruza con Angus F2
- 35 novillos Wagyu puros
- 8 novillos Wagyu cruza con Holando F1
- 5 novillos Wagyu cruza con Hereford F2
- 6 novillos Wagyu cruza con Angus F2

Luego del período de desbaste los animales fueron pesados utilizando una balanza digital, y posteriormente ingresaron a la etapa de faena. Las etapas estándar de la faena fueron cumplidas y las carcasas fueron enviadas a cámara de enfriamiento, donde permanecieron durante 36 horas. A continuación se realizaron las determinaciones del área de ojo de bife (AOB), Espesor de Grasa Subcutánea (EGS), y marmoreo. Para la determinación de los primeros dos parámetros se calcó el ojo de bife y la grasa subcutánea entre la décima y décimo primera costilla en una lámina de acetato y se superpuso la figura obtenida sobre una lámina cuadrículada (figura2). El AOB se obtuvo mediante el conteo de las unidades (de área conocida) dentro de la misma y se sumó el área total de la figura calcada; y el EGS se midió con una regla milimetrada en la misma lámina correspondiente a cada muestra a una altura estándar. Por otra parte, el marmoreo se determinó mediante la escala de BMS (Pérez Lozano, 2016). El rendimiento fue obtenido mediante la diferencia del peso a la faena y el peso en cuarta balanza. Las variables de respuesta consideradas en este trabajo fueron, el peso a la faena, el rendimiento, el AOB, el EGS y el marmoreo. Se realizó un análisis de varianza de cada una de estas variables en función del genotipo y de la categoría, siendo estimadas las medias y errores estándar y comparados mediante test de Tukey ajustado (P menor a 0,05).

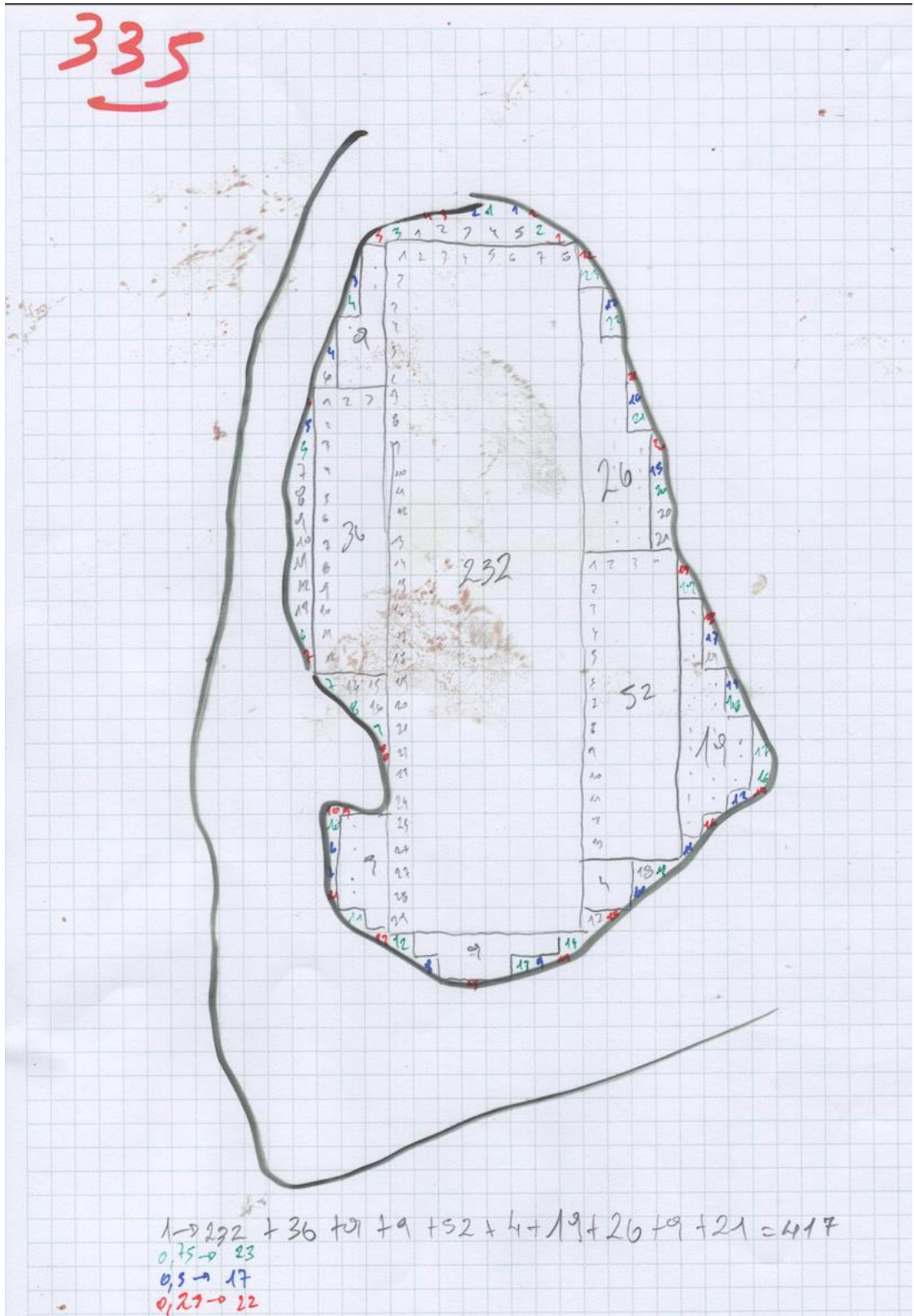


Figura 2. Superposición figura calcada sobre lámina cuadrículada.

### 3.2. Procesamiento y análisis de datos

Para analizar las diferentes características post faena en estudio (AOB, EGS, BMS, rendimiento) se realizó un análisis de varianza mediante el siguiente modelo:

$$y_{ij} = \text{media general}_{ij} + \text{raza}_i + \text{categoría}_j + \text{error}_{ij}$$

donde:

$$y_{ij} = \text{registro de cada variable de la raza}_i \text{ en la categoría}_j$$

$$\text{raza}_i = \text{efecto de la raza}_i \text{ de cada observación}$$

$$\text{categoría}_j = \text{efecto de la categoría}_j \text{ de cada observación}$$

$$\text{error}_{ij} = \text{error asociado a la raza}_i \text{ de la categoría}_j$$

Los datos se analizaron mediante el procedimiento MIXED del programa SAS.

Se estimaron las medias de mínimos cuadrados para cada raza y se compararon mediante el test T (asumiendo  $p \leq 0,5$ ).

## 4. RESULTADOS

A partir de los datos recabados aplicando las metodologías descritas, se calcularon para cada uno de los tratamientos (genotipos y sexo), la media, máximos, mínimos y desvíos estándar para cada una de las variables en estudio. A continuación (Figuras 3, 4, 5, 6, 7) se presentan las medias de las mismas.

### 4.1. AOB

En el cuadro 1 se presenta el resultado del Análisis de Varianza para el Área de Ojo de Bife.

Cuadro 1. Resultado de ANAVA para Área de Ojo de Bife.

EFEECTO	GRADOS DE LIBERTAD	PR>F
RAZA	4	0,0239
CATEGORÍA	1	0,9558

Hubo efecto significativo del grupo racial para el AOB ( $Pr=0,0239$ ) en tanto la categoría no afectó a la variable AOB ( $P=0,95$ ).

Las medias de mínimos cuadrados para el AOB son presentadas en la Figura 3. Para el AOB, los genotipos que presentaron los valores superiores fueron los novillos Wagyu puros, seguidos de los cruza con Holando, y por los cruza con razas británicas en último lugar.

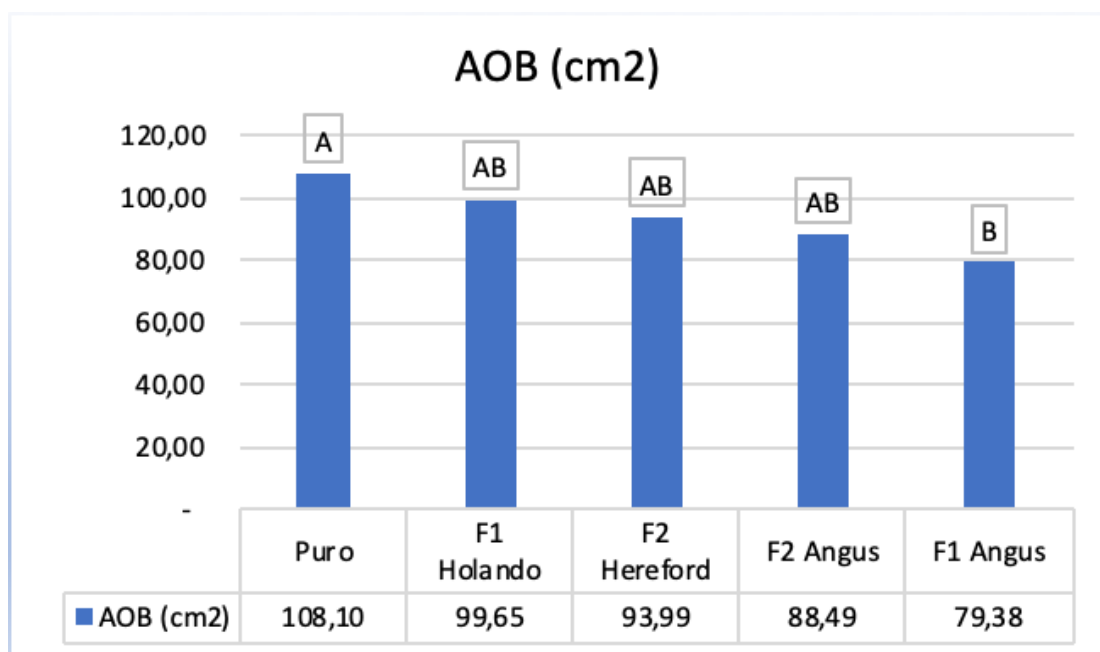


Figura 3. Medias para el AOB de cada uno de los genotipos.



## 4.2. EGS

En el cuadro 2 se presenta el resultado del Análisis de Varianza para el Espesor de Grasa Subcutánea.

Cuadro 2. Resultado de ANAVA para Espesor de Grasa Subcutanea.

EFEECTO	GRADOS DE LIBERTAD	PR>F
RAZA	4	0,0026
CATEGORÍA	1	0,0441

Hubo efecto significativo del grupo racial ( $Pr=0,0026$ ) y de la categoría ( $P=0,0441$ ) para el EGS.

Las medias de mínimos cuadrados para el EGS son presentadas en la Figura 4. Para el caso del EGS a diferencia de lo ocurrido con la variable anterior, los que presentaron valores más altos fueron los ejemplares cruza, destacándose los F1 Angus.

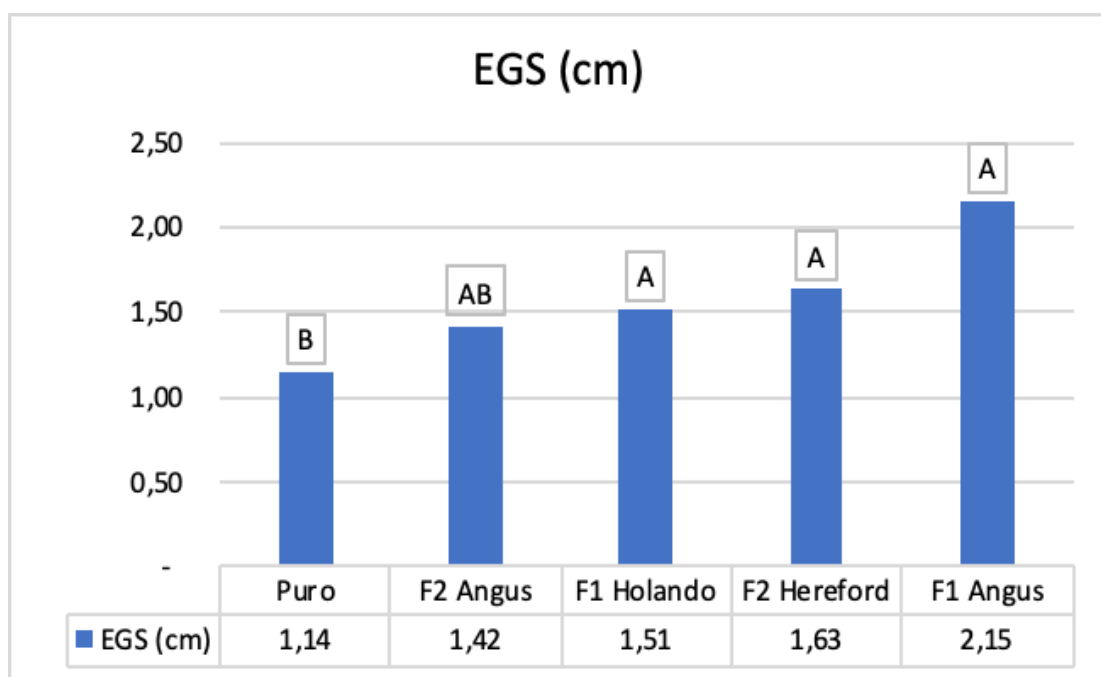


Figura 4. Medias para el EGS de cada uno de los genotipos.

## 4.3. BMS

En el cuadro 3 se presenta el resultado del Análisis de Varianza para el nivel de marmoreo (BMS).

Cuadro 3. Resultado de ANAVA para BMS.

EFEECTO	GRADOS DE LIBERTAD	PR>F
RAZA	4	<0,0001
CATEGORÍA	1	0,0201

Hubo efecto significativo del grupo racial ( $Pr < 0,0001$ ) y de la categoría ( $P = 0,0201$ ) para el BMS.

Las medias de mínimos cuadrados para el BMS son presentadas en la Figura 5. Como era de esperar, los ejemplares puros presentaron los valores superiores de BMS, y dentro de los cruza los mejores resultados se obtuvieron con Angus.

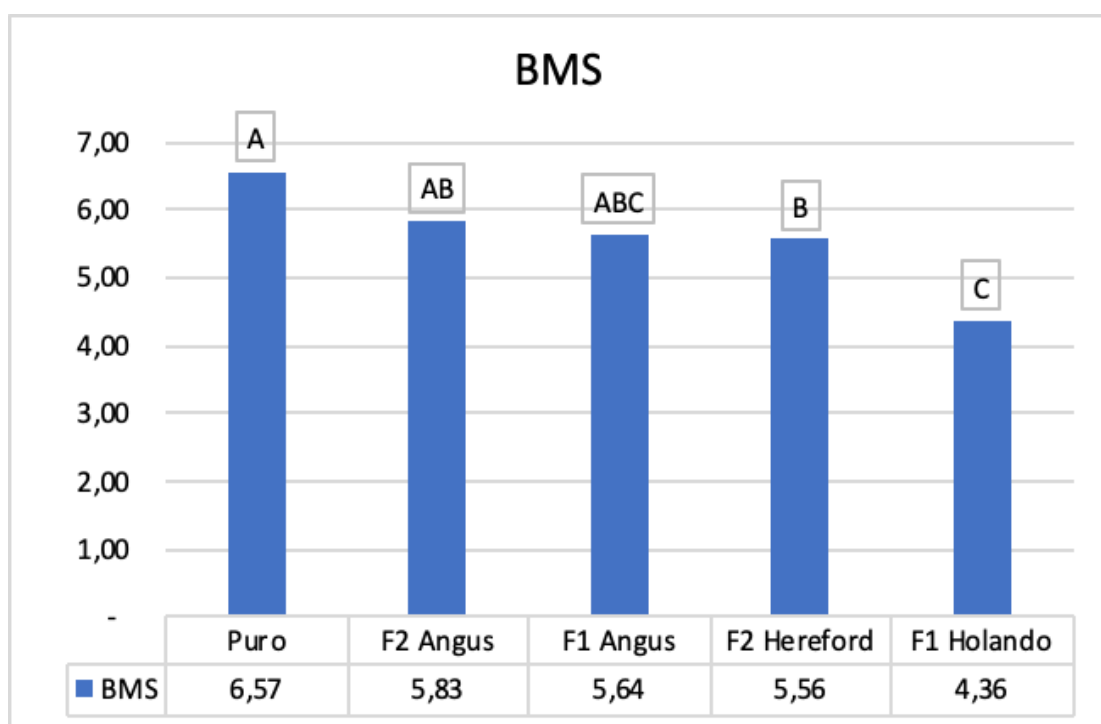


Figura 5. Medias para el BMS de cada uno de los genotipos.

#### 4.4. PESO A FAENA (peso neto)

En el cuadro 4 se presenta el resultado del Análisis de Varianza para el Peso a Faena.

Cuadro 4. Resultado de ANAVA para Peso a faena.

EFEECTO	GRADOS DE LIBERTAD	PR>F
RAZA	4	<0,0001
CATEGORÍA	1	0,0823

Hubo efecto significativo del grupo racial ( $Pr < 0,0001$ ) y de la categoría ( $P = 0,0823$ ) para el Peso a Faena.

Las medias de mínimos cuadrados para el Peso a Faena son presentadas en la Figura 6. En el peso a faena se obtuvieron grandes diferencias entre los tratamientos, siendo los mayores valores los correspondientes a ejemplares cruce.

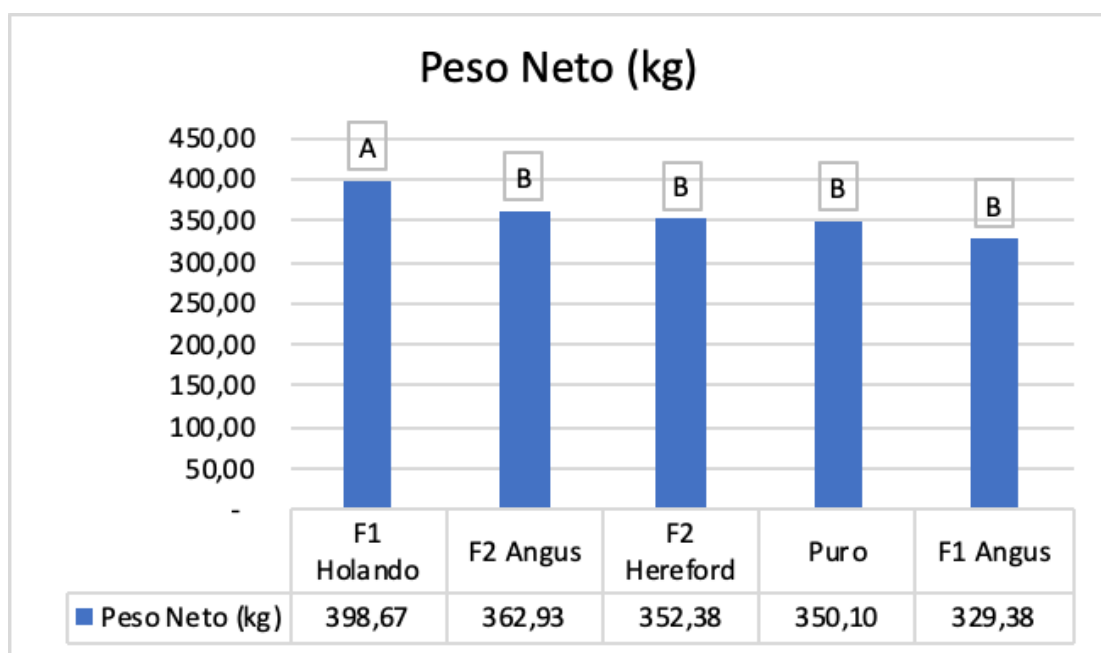


Figura 6. Medias para el peso de faena de cada uno de los genotipos.

#### 4.5. RENDIMIENTO

En el cuadro 5 se presenta el resultado del Análisis de Varianza para el Rendimiento.

Cuadro 5. Resultado de ANAVA para Rendimiento.

EFEECTO	GRADOS DE LIBERTAD	PR>F
RAZA	4	0,4833
CATEGORÍA	1	0,1945

Hubo efecto significativo del grupo racial ( $Pr = 0,4833$ ) y de la categoría ( $P = 0,1945$ ) para el Rendimiento.

Las medias de mínimos cuadrados para el Rendimiento son presentadas en la Figura 7. Por último el rendimiento al igual que la variable anterior, presentó sus valores más altos en el caso de los tratamientos con ejemplares cruza.

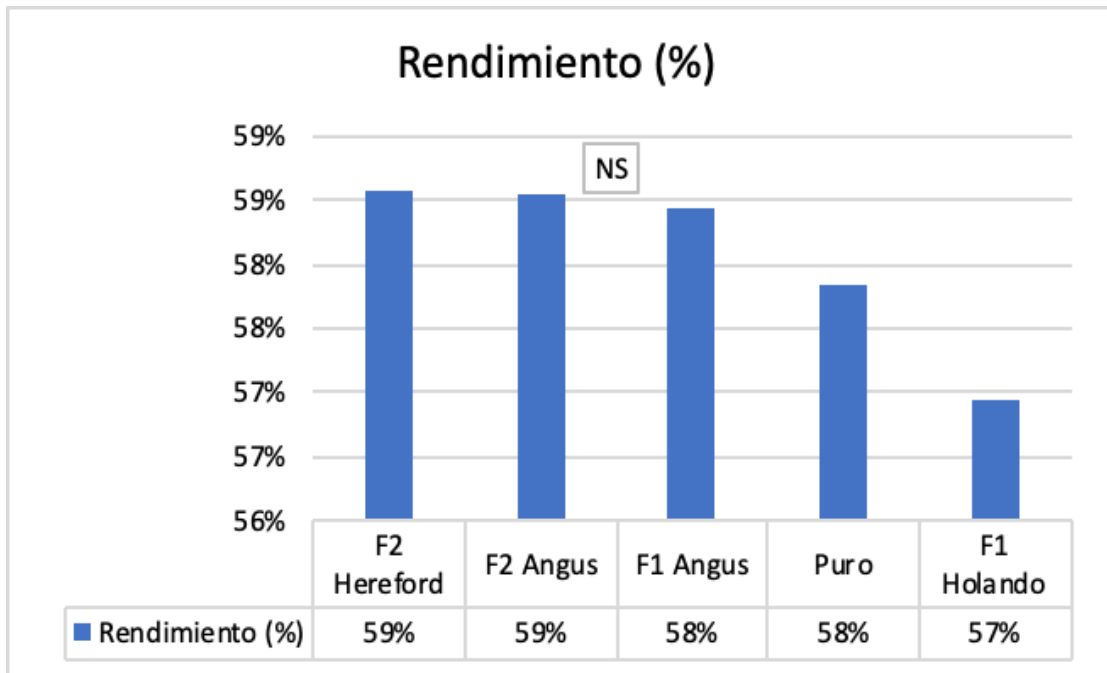


Figura 7. Medias para el rendimiento de cada uno de los genotipos.

## 5. DISCUSIÓN

El análisis detallado de los resultados arrojados por el trabajo de investigación realizado, deja entrever que hay coincidencias de gran significancia entre los mismos y la información recabada previamente a partir de la bibliografía.

En primer lugar, tal como era esperado, se observó que hubo efecto significativo de la raza sobre todas las variables en estudio, y también de la categoría, excepto en el AOB. De todas maneras, al efecto de la categoría se le restó importancia, debido a la desigualdad en la cantidad de individuos que conformaban la muestra de vaquillonas con respecto a los novillos, lo cual determina que la comparación estadística pierda validez.

Pasando a analizar los resultados de cada variable individualmente, se observa que con respecto al AOB se cumple parcialmente la hipótesis planteada, dado que los Wagyu puros fueron los que presentaron mayor AOB con un valor de  $108,1\text{cm}^2$ , siendo significativamente diferentes con los F1 Angus que fueron los que registraron el menor valor con  $79,38\text{cm}^2$  lo cual se condice con lo esperado según Namikawa (s.f.) que expresaba que los Wagyu son animales de buena musculatura y una mitad anterior ancha, por lo que era de esperar que estos animales presenten un tamaño superior del *Longissimus dorsi*; pero estos fueron secundados por los F1 Holando con  $99,65\text{cm}^2$ , y luego le siguieron los cruza con británicas con mayor proporción de sangre de Wagyu con  $93,99\text{cm}^2$  y  $88,49\text{cm}^2$  para Hereford y Angus respectivamente, con los cuales no presentaron diferencias significativas.

Con respecto al EGS, la hipótesis se cumplió, ya que se observa que los animales Wagyu puros, son los que tienen los menores niveles de EGS con 1,14 cm, lo cual es coincidente con lo investigado, dado que son animales que tienen la capacidad de infiltrar grasa intramuscular, habiendo depositado menor cantidad de grasa subcutánea que otras razas, y esto fue constatado experimentalmente. Además, dentro de los cruza si bien estos no presentaron diferencias significativas, los F1 Holando registraron un menor valor de EGS que los F1 Angus con 1,51 y 2,15 cm respectivamente. Esto constituye un hallazgo relevante, dado que es coincidente con lo investigado por Gotoh et al. (2009), cuya publicación expresaba la diferencia en deposición de grasa subcutánea para lograr un nivel de infiltración de grasa intramuscular determinado. La importancia de este dato radica en la mayor eficiencia relativa de la raza Wagyu con respecto a las demás para lograr los niveles de marmoreo deseables. En las cruza, hay que asumir el costo energético de que el animal deposite determinado nivel de grasa subcutánea para lograr un nivel de marmoreo aceptable que logre que se valore el producto, para poder ser colocado en distintos mercados internacionales de interés.

En cuanto al BMS, se afirma que la hipótesis fue cumplida, dado que los animales Wagyu puros fueron los que presentaron mayor nivel de marmoreo con un valor de 6,57, secundados por los animales cruza con mayor proporción de sangre Wagyu. Una observación de interés es que dentro de los cruza, las razas británicas fueron las que registraron los mejores valores con 5,83, 5,64 y 5,56 para F2 y F1 Angus y F2 Hereford respectivamente, con respecto a los F1 Holando que presentaron un valor de 4,36. Cabe destacar el buen desempeño de las cruza con Angus para esta

característica, ya que estas no presentaron diferencias significativas con los animales puros. Estos resultados en la variable BMS son coincidentes con lo reportado por Motoyama et al. (2016), cuya investigación demostraba los altos niveles de marmoreo de la raza Wagyu, lo cual permitía formular la hipótesis de que esta sería la raza con mayor nivel de grasa intramuscular.

Considerando el peso neto, la hipótesis se cumplió parcialmente ya que era de esperar pesos inferiores en los animales con una mayor proporción de raza Wagyu, basados en lo expresado por Namikawa (s.f.) en lo que refiere a algunas características de la raza como lo es como su tamaño pequeño, mitad posterior y cuello delgados, etc. pero si bien los animales Wagyu puros presentaron valores cercanos a los más bajos con 350,10 kg y los valores más altos los registraron los F1 Holando con 398,67 kg de promedio, siendo significativamente superiores a los demás, el resto de las cruza no presentó diferencias significativas entre sí y con respecto al puro, registrando 362,93, 352,38 y 329,38 kg en promedio para los F2 Angus y Hereford y F1 Angus respectivamente a pesar de estos últimos tener una menor proporción de sangre Wagyu. Es pertinente destacar que dentro de los F1, los Holando superaron a los Angus, lo cual era esperable dado las diferencias en frame que presentan estas razas, siendo el Holando un animal caracterizado por su mayor tamaño.

Por último en cuanto a rendimiento la hipótesis nula se cumplió parcialmente ya que los ejemplares Wagyu y los cruza con Hereford o Angus presentaron valores cercanos a lo esperado, siendo estos del entorno del 60 %, pero si bien los cruza Holando registraron valores inferiores, estos no presentaron diferencias significativas con los antes mencionados, por lo que no se cumple lo que se pensaba de que tuvieran rendimientos inferiores debido al menor nivel de engrasamiento esperado en animales lecheros.

A raíz de la discusión de los resultados considerando las variables individualmente, surge como elemento de interés, la evaluación conjunta de el BMS y el EGS, como forma de establecer la existencia de relaciones mediante modelos matemáticos entre las mismas. Particularmente, es de interés determinar si hay relación de tipo lineal, es por eso que se presentan en la Figura 8 las relaciones entre ambas variables y su ajuste a determinados modelos.

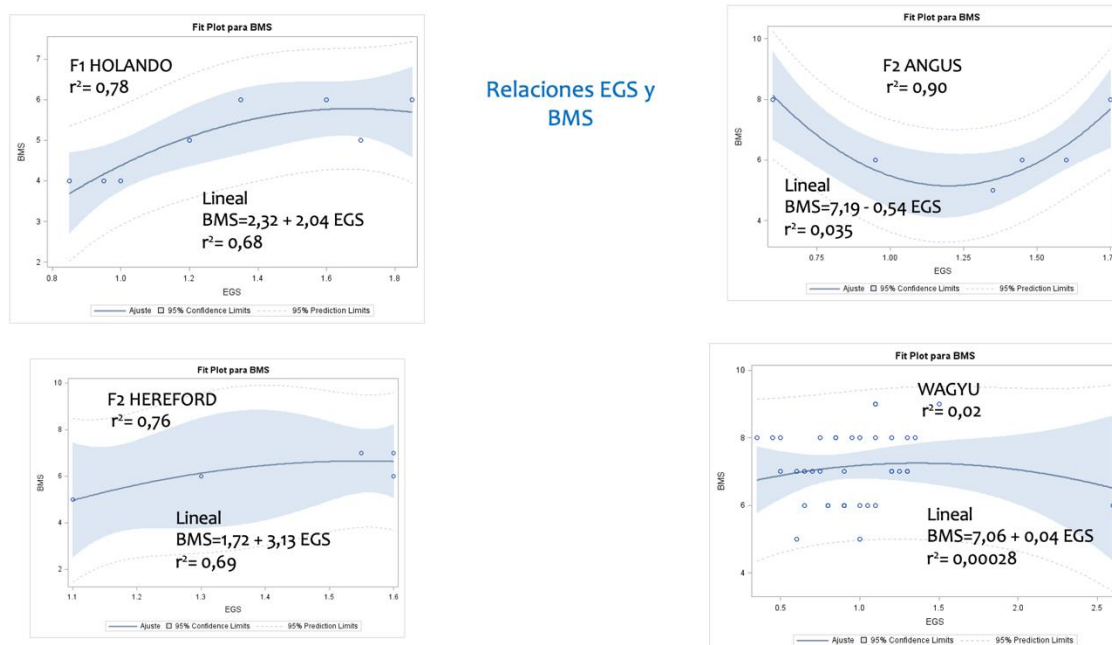


Figura 8. Relaciones entre EGS y BMS.

En la Figura 8, se observa la relación entre EGS y BMS para los diferentes genotipos estudiados. Lo que se encuentra graficado es el modelo cuadrático (que es el que más se ajusta al comportamiento de las variables en todos los casos), con su coeficiente de ajuste ( $r^2$ ), que da la pauta del nivel de adecuación al modelo. Por otra parte, en la parte de abajo de cada gráfica se presenta el  $r^2$  para el modelo lineal.

La razón por la cual interesa saber el nivel de ajuste del comportamiento de las variables con el modelo lineal, es que en la medida que haya un buen ajuste con dicho modelo, significaría que en la medida que incrementa el contenido de grasa subcutánea, incrementaría también linealmente el marmoreo.

Lo que se observa es que los genotipos F1 Holando, y F2 Hereford, presentan altos niveles de ajuste (0,68 y 0,69) para el modelo lineal, mientras que el F2 Angus y el Wagyu puro, presentan bajos niveles de ajuste (0,035 y 0,00028).

Estos resultados van de acuerdo con lo esperado a partir de la revisión bibliográfica, que es que para la raza Wagyu, los niveles de marmoreo no dependen de la deposición de altas cantidades de grasa subcutánea, y eso es justamente lo que refleja la Figura 8.

## **6. CONCLUSIONES**

Los animales Wagyu presentan altos valores de AOB, y es posible alcanzar valores similares a través de ciertas cruzas.

En cuanto a EGS y BMS los ejemplares Wagyu son los que presentan los mayores niveles de BMS y los menores valores de EGS, pero es posible lograr valores similares mediante la cruce con Angus.

Mediante la cruce con Holando se logra un aumento en el peso neto de los animales que no es posible lograr con otras razas.

No se logran mejoras en rendimiento a través de la cruce con Hereford, Angus y Holando.



## **7. RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue caracterizar las variables a la faena de novillos Wagyu puros y cruzas con Angus, Hereford y Holando. La base de datos del estudio fueron 59 animales que fueron faenados en el Frigorífico Casa Blanca (FRICASA) de Paysandú. Para el estudio estadístico se realizaron análisis de varianza y los datos se analizaron mediante el procedimiento MIXED del programa SAS. Los resultados determinaron que los animales Wagyu puros fueron los que presentaron mayores niveles de BMS, y menores niveles de EGS, lo cual permitió comprobar las hipótesis planteadas. A su vez, se comprobó que las cruzas con Angus permiten lograr niveles de BMS cercanos al Wagyu puro, pero manteniendo niveles de deposición de grasa intramuscular superiores a los mismos.

Palabras clave: Wagyu, área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea, estándar de marmoreo de la carne, peso de faena, rendimiento, cruzamientos, Angus, Hereford, Holando

## **8. SUMMARY**

The objective of this work was to characterize the variables at the slaughter of pure Wagyu steers and crosses with Angus, Hereford and Holando. The database of the study consisted of 59 animals that were slaughtered in the Casa Blanca Refrigerator (FRICASA) in Paysandú. For the statistical study, analysis of variance was performed and the data was analyzed using the MIXED procedure of the SAS program. The results determined that the pure Wagyu animals were those that presented higher levels of BMS, and lower levels of EGS, which allowed to verify the hypotheses. In turn, it was verified that the crosses with Angus allow to achieve BMS levels close to those of pure Wagyu, but maintaining levels of intramuscular fat deposition higher than the same.

**Key words:** Wagyu, rib eye area, subcutaneous fat thickness, beef marbling standard, slaughter weight, yield, crosses, Angus, Hereford, Holland

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Branaman, G. A.; Pearson, A. M.; Magee, W. T.; Griswold, R. M.; Brown, G. A. 1962. Comparison of the cutability and eatability of beef-and dairy-type cattle. *Journal of Animal Science*. 21(2): 321 - 326.
2. Cabaña el Oriental, UY. s.f. El origen de la raza. (en línea). Mercedes. s.p. Consultado mar. 2022. Disponible en <http://www.eloriental.com.uy/#!/-wagyu/>
3. Carriquiry, M. 2011. Cadena de la carne vacuna. In: Vassallo, M. ed. Dinámica y competencia intrasectorial en el agro: Uruguay 2000- 2010. Montevideo, Universidad de la República. pp. 35 - 51.
4. Díaz, R. 2005. El potencial de la raza Wagyu. *Agro Enfoque*. 20(146): 76 - 78.
5. Franco, J. 2021. Calidad de la canal. Paysandú, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 47 p.
6. Gotoh, T.; Albrecht, E.; Teuscher, F.; Kawabata, K.; Sakashita, K.; Iwamoto, H.; Wegner, J. 2009. Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. (en línea). *Meat Science*. 82(3): 300 - 308. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.026>
7. \_\_\_\_\_; Nishimura, T.; Kuchida, K.; Mannen, H. 2018. The Japanese Wagyu beef industry: current situation and future prospects: a review. (en línea). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 31(7): 933 - 950. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0333>
8. Irie, M.; Oka, A.; Iwaki, F. 2003. Fibre-optic method for estimation of bovine fat quality. (en línea). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83(5): 483 - 486. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1002/jsfa.1400>
9. Matsuishi, M.; Fujimori, M.; Okitani, A. 2001. Wagyu beef aroma in Wagyu (Japanese Black cattle) beef preferred by the Japanese over imported beef. (en línea). *Nihon Chikusan Gakkaiho*. 72(6): 498 - 504. Consultado dic. 2022. Disponible en <http://dx.doi.org/10.2508/chikusan.72.498>
10. May, S. G.; Sturdivant, C. A.; Lunt, D. K.; Miller, R. K.; Smith, S. B. 1993. Comparison of sensory characteristics and fatty acid composition between Wagyu crossbred and Angus steers. (en línea). *Meat Science*. 35(3): 289 - 298. Consultado dic. 2022. Disponible en [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90034-F](https://doi.org/10.1016/0309-1740(93)90034-F)
11. Melton, S. L.; Amiri, M.; Davis, G. W.; Backus, W. R. 1982. Flavor and Chemical Characteristics of Ground Beef from Grass-, Forage-Grain- and Grain-Finished Steers. (en línea). *Journal of Animal Science*. 55(1): 77 - 87. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.2527/jas1982.55177x>
12. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2021. Anuario estadístico

agropecuario. (en línea). Montevideo. 261 p. Consultado dic. 2022.

Disponible en

<https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2021/LIBRO%20ANUARIO%202021%20Web.pdf>

13. Motoyama, M.; Sasaki, K.; Watanabe, A. 2016. Wagyu and the factors contributing to its beef quality: a Japanese industry overview. (en línea). Meat Science. 120: 10 - 18. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://nzwba.co.nz/wp-content/uploads/2017/07/motoyama-2016.pdf>
14. Namikawa, K. s.f. Breeding history of Japanese beef cattle and preservation of genetic resources as economic farm animals. (en línea). s.n.t. 27 p. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/386/2016/08/BreedingHistoryofJapaneseBeefCattle.pdf>
15. Pérez Lozano, J. 2016. Verdades y mentiras del buey de Kobe: wagyu la carne más cara del mundo. (en línea). Madrid, s.e. s.p. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://www.gastroactitud.com/pista/verdades-y-mentiras-del-buey-de-kobe-la-carne-mas-cara-del-mundo/>
16. Smith, S. B.; Lunt, D. K.; Chung, K. Y.; Choi, C. B.; Tume, R. K.; Zembayashi, M. 2006. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. (en línea). Animal Science Journal. 77: 478 - 486. Consultado abr. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00375.x>
17. \_\_\_\_\_; Gill, C. A.; Lunt, D. K.; Brooks, M. A. 2009. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. (en línea). Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 22(9): 1225 - 1233. Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200910103445071.pdf>
18. Yamada, T.; Nakanishi, N. 2012. Effects of the roughage/concentrate ratio on the expression of angiogenic growth factors in adipose tissue of fattening Wagyu steers. (en línea). Meat Science. 90(3): 807 - 813. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.019>