

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN:

Comparación de DEPs de importancia productiva asociados a color de capa en genealogías de padres Aberdeen Angus

Alumno:

Leandro Nicolás Ariza

Docente tutor:

Damián Andrés Pevsner

Docentes consejeros:

Ricardo Rodríguez Iglesias

Claudia de Abreu Rosas

Marzo 2022

1. Introducción	4
2. Materiales y Métodos	7
2. 1. Datos utilizados en el trabajo	7
2. 1. 1. Fuente principal de información	7
2. 1. 2. Fuentes de información complementarias.....	9
2. 1. 3. Conformación de Base de Datos	9
2. 2. Análisis estadístico de los datos	10
2. 2. 1. Árboles de clasificación.....	10
2. 2. 2. Análisis de Varianzas	11
3. Resultados.....	12
3. 1. Color de Capa	12
3. 1. 1. Árboles de clasificación interactuando todos los tipos de DEPs	12
3. 1. 2. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento	12
3. 1. 3. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne	19
3. 2. Linaje	23
3. 2. 1. Árboles de clasificación interactuando todos los tipos de DEPs	23
3. 2. 2. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento	23
3. 2. 3. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne	32
3. 3. Linajes Uniformes (N:N vs. C:C).....	39
3. 3. 1. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento	39
3. 3. 2. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne	40
3. 4. Linaje Uniforme (N:N y C:C) vs. Linaje Combinado (_:X)	42
3. 4. 1. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento	42
3. 4. 2. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne	46

4. Discusión	50
5. Conclusiones	54
6. Bibliografía.....	55

1. Introducción

La raza Aberdeen Angus, comúnmente conocida como Angus, es una raza bovina de origen escocés, poseedora de una serie de atributos productivos que han propiciado su difusión como recurso genético en gran parte del mundo. Fenotípicamente, el color de capa o pelaje de los Angus, se presenta en las variantes negra o colorada; lo cual se debe a la presencia en el pelo de diferentes tipos de melanina; eumelanina en el caso de animales de color de capa negra, y phaeomelanina en el caso de animales de color de capa colorada. La producción de uno u otro tipo de melanina, es determinada a través de la regulación de los niveles de hormona tirosinasa, proceso controlado por los alelos del locus Extension. El locus Extension, conocido con la sigla **E** en el ámbito genético, se encuentra ubicado en el cromosoma 18, y sus alelos **E^D** y **e** son los que intervienen en el color de capa de los Angus. Debido a una relación de dominancia completa, la presencia de **E^D**, que es dominante sobre **e**, incrementa indirectamente la síntesis de eumelanina. De esta manera, genotipos **E^D-E^D** o **E^D-e**, expresarían el color negro en el pelaje del animal Angus. Para que se exprese el pelaje colorado, debe estar presente el alelo **e** en homocigosis, el cual incrementaría de manera indirecta la síntesis de phaeomelanina (Olson; 1999).

La raza ingresa a la Argentina en el año 1879; y, hoy en día, si se tiene en cuenta la composición racial de los ingresos al Mercado de Liniers, las cabezas de animales Angus puros representan más de la mitad de la población bovina; mientras que, si se toman en cuenta las cruces Angus con otras razas, se supera el 70% del total de cabezas (Comisión Juvenil "AnGus XXI", s.f.).

La Asociación Argentina de Angus, registra y promueve animales negros y colorados por igual dentro de la misma raza, lo cual difiere de lo ocurrido en el pasado y en la actualidad en algunas partes del mundo, como por ejemplo Canadá, donde negros y colorados conformaron asociaciones diferentes entre los años 1921 y 1967 (Canadian Angus Association, s.f.), o Estados Unidos y Australia, donde, en el primer país desde 1954, y en el segundo desde 1970, animales negros y colorados conforman hasta hoy asociaciones independientes (Red Angus Association of America, 2009) (Red Angus Society of Australia, s.f.). El hecho de que Angus negros y colorados conformen razas diferentes en los países mencionados, conlleva a que los objetivos perseguidos por cada asociación no sean exactamente los mismos, lo cual, inevitablemente, se traduce al genotipo y fenotipo de los animales pertenecientes a cada una de ellas. Además, se debe destacar que en Argentina existieron períodos de fuerte importación de

reproductores Angus de color de capa negra y colorada desde los Estados Unidos y Canadá (Champrendonde, 2000) (Sociedad Rural Argentina, s.f.), y probablemente de las otras asociaciones de Angus que diferencian por color; absorbiéndose así dentro del Angus local, genéticas provenientes de planes de mejoramiento diferentes, las cuales, en este caso, guardarían un estrecho vínculo con el color de capa de los animales.

En relación a lo mencionado anteriormente, ya han sido reportadas diferencias genéticas entre reproductores Angus argentinos negros y colorados de pedigrí. Las mismas se dieron en 4 de los denominados caracteres de rendimiento y calidad de carne (espesor de grasa dorsal, espesor de grasa de la cadera, porcentaje de cortes minoristas y área de ojo de bife) y en uno de los denominados caracteres de eficiencia reproductiva y crecimiento (aptitud lechera que transmite un toro a sus hijas) (Cariac, 2009). Además, estimaciones de la distancia genética existente en Angus argentinos en base a marcadores moleculares, arrojaron resultados que agrupan por un lado a toros negros, y por otro a toros colorados, posicionándolos de esta manera como dos líneas dentro de una misma raza (Corva, 2005).

Una manera objetiva de hacer comparaciones genéticas entre animales es a través de las diferencias esperadas en la progenie (DEPs), las cuales, a nivel de raza, se obtienen de evaluaciones nacionales de toros (Cardellino, 1995). Los DEPs predicen, para una determinada característica, el desempeño promedio de las futuras crías de un determinado reproductor, respecto del desempeño promedio de las crías que producirían los demás reproductores incluidos dentro de la misma evaluación. Además, para aportar confiabilidad, cada DEP es acompañado por un valor denominado exactitud, el cual nos indica en que grado el DEP predice el verdadero mérito genético aditivo del reproductor. Este indicador varía entre 0 y 1, y otorga la mayor confianza cuanto más se aproxima a 1. En Argentina, la raza cuenta con el programa de Evaluación de Reproductores Angus (ERA), a partir del cual se publica anualmente un resumen de padres en el que se listan los valores de DEPs y de exactitud [este último término denominado como precisión (PREC) en el resumen de Angus argentino] de los reproductores machos de pedigrí, para siete características que se relacionan con eficiencia reproductiva y crecimiento, y cinco características que se relacionan a rendimiento y calidad de carne (Resumen de padres Angus, 2016). Cabe aclarar que, en el resumen de padres Angus, no se indica el color de capa de los candidatos allí listados.

El presente trabajo pretende explorar las posibles diferencias en los DEPs publicados por el Programa ERA edición 2016, sin dejar de lado el factor color de capa de los reproductores propuesto en el trabajo de Carriac 2009; y, adicionando además, el color de capa de los antecesores de cada toro hasta la quinta generación ascendiente. La posible existencia de diferencias entre animales asociadas a los factores antes mencionados, podría constituir una fuente de identificación de biotipos presentes dentro de la raza Aberdeen Angus en Argentina.

Hipótesis

- Existen diferencias genéticas entre los DEPs de Reproductores Angus argentinos para caracteres de eficiencia reproductiva y crecimiento, y para caracteres de rendimiento y calidad de carne de acuerdo al color de capa propia y de los antecesores hasta la quinta generación.
- Existen diferencias genéticas entre los DEPs de Reproductores Angus argentinos provenientes de genealogías uniformes respecto de los provenientes de genealogías combinadas.
- Los Análisis de DEPs con las mayores PRECs, estarán asociados a valores extremos de DEPs.

Objetivos

- Realizar un nuevo estudio exploratorio comparando toros Angus argentinos negros y colorados, discriminando color de capa de antecesores hasta la quinta generación, para identificar posibles diferencias en los DEPs de eficiencia reproductiva y crecimiento, y de rendimiento y calidad de carne.
- Realizar un estudio exploratorio comparando las diferentes genealogías de toros Angus argentinos negros y colorados, para identificar posibles diferencias en los DEPs de eficiencia reproductiva y crecimiento, y de rendimiento y calidad de carne.
- Identificar posibles diferencias entre reproductores Angus de acuerdo a DEPs de eficiencia reproductiva y crecimiento, y de rendimiento y calidad de carne al variar las PRECs.

2. Materiales y Métodos

2. 1. Datos utilizados en el trabajo

2. 1. 1. Fuente principal de información

La fuente principal de datos utilizada fue la versión impresa del resumen de padres Angus 2016, publicado por la asociación argentina de Angus (Resumen de padres Angus, 2016); donde se listan 1538 toros puros de pedigrí (1294 nacionales y 244 extranjeros). Cada uno de ellos cuenta con Nombre (incluye en primer lugar el nombre del toro listado, el de su padre y el de su madre), HBA (Herd Book argentino: número de registro oficial de los puros de pedigrí fiscalizado por Sociedad Rural Argentina), Año (año de nacimiento del toro listado), Rds (número de rodeos en los que el toro dejó progenie), Cr/Pr (Código de criador/propietario, adjudicado por Sociedad Rural Argentina).

Además, los registros de cada toro cuentan con valores de DEPs de hasta 7 de las características relacionadas a eficiencia reproductiva y crecimiento, y 5 de las relacionadas a rendimiento y calidad de carne (Tabla 1). Cada DEP se encuentra acompañado por su respectivo valor de exactitud, denominado Precisión (PREC) en el catálogo de Angus (Resumen de padres Angus, 2016).

Con el motivo de digitalizar la información impresa en el Resumen de Padres Angus 2016 se efectuaron escaneos de toda la información disponible perteneciente a los 1538 toros, comprendiendo desde la página 72 a la 162. Cada página escaneada fue transformada en una imagen digital. Posteriormente, utilizando la aplicación online gratuita Convertio (<https://convertio.co/ocr/>), se sometió a cada imagen digital a un reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para poder reconocer el texto incluido en cada una de ellas. Luego se colocó toda esta información en una planilla de Excel, acondicionando de forma tal que, a efectos prácticos, se ubique un reproductor con toda su información, por cada una de las filas disponibles en la hoja del documento de Excel. Por último, se realizó un exhaustivo trabajo de chequeo y corrección para confirmar el correcto copiado de los datos con respecto a los originales.

Tabla 1. Descripción y nomenclatura utilizada para cada uno de los diferentes DEPs utilizados en el presente trabajo

Característica	DEP	Aclaración
Eficiencia Reproductiva y Crecimiento		
Largo de gestación	<i>Gest.</i>	representa la cantidad de días entre la concepción y el nacimiento
Peso al nacer	<i>Nacer</i>	_____
Peso al destete	<i>Dest.</i>	ajustado a los 205 días y por edad de la madre
Aptitud lechera que transmite un toro a sus hijas	<i>Leche</i>	medida a través del peso al destete de sus nietos y nietas
Peso final	<i>Final</i>	medido como peso a los 18 meses
Circunferencia escrotal	<i>C.E.</i>	ajustado a los 18 meses
Altura	<i>Altura</i>	medida desde el piso hasta la punta de la cadera y ajustado a los 18 meses
Rendimiento y Calidad de Carne		
Espesor de grasa dorsal	<i>E.G.D.</i>	ajustados a los 18 meses
Espesor de grasa de la cadera	<i>E.G.C.</i>	ajustados a los 18 meses
Área de ojo de bife	<i>A.O.B.</i>	ajustados a los 18 meses
Porcentaje de grasa intramuscular	<i>% G.I.</i>	ajustados a los 18 meses
Porcentaje de cortes minoristas	<i>%C.M.</i>	combina, peso al momento de la medición ecográfica, área de ojo de bife, y espesor de grasa dorsal, para predecir diferencias en kilos de cortes minoristas

2. 1. 2. Fuentes de información complementarias

En primera instancia, se utilizaron los registros genealógicos disponibles en el sitio web de la Sociedad Rural Argentina (Sociedad Rural Argentina, s.f.) para realizar una exploración de cada uno de los 1538 toros listados en el resumen de padres Angus, con el fin de conocer el color de capa de cada toro, el de sus antecesores hasta la quinta generación (linaje), además de identificar en tales registros, la presencia de posibles errores de ascendencia, como por ejemplo, individuo negro hijo de padres colorados.

En ocasiones, se presentaron casos en que algunos antecesores de los toros listados en el catálogo no estaban registrados en el sitio web de la Sociedad Rural Argentina, otros donde se registró erróneamente el color de capa de alguno de ellos, o directamente no se registró color de capa alguno. Dado que estos vacíos de información en ciertos individuos generalmente se dieron cuando la procedencia de los mismos fue extranjera, se exploró en los registros online de las asociaciones de Angus de otros países como en la American Angus Association (American Angus Association, s.f.), Canadian Angus Association (Canadian Angus Association, s.f.), Asociación Rural del Uruguay (Asociación Rural del Uruguay, s.f.), y la Associação Nacional de Criadores Herd-Book Collares (ANC, s.f.). En los casos en los que no se encontró respuesta mediante la búsqueda en registros de asociaciones y “Herd Books”, se investigó a través de fotos publicadas en catálogos o remates, o a través de comunicación directa vía email con cabañas de reproductores.

La información recolectada se volcó en una tabla en la que en cada fila se colocó, de manera identificativa, el HBA del toro en cuestión, el propio color de capa (N:_ o C:_), una clasificación de su linaje [_:N, _:C, o _:X en alusión a si el linaje del toro (i.e. los antecesores hasta la quinta generación) fue de color de capa negra (linaje uniforme), colorada (linaje uniforme), o una combinación de ambos (linajes combinados)]; y por último, se registró la presencia (o no) de inconsistencias en los registros de la Sociedad Rural Argentina entre los colores de capa de cada toro con los de sus ascendientes.

2. 1. 3. Conformación de Base de Datos

En un nuevo libro de Excel se crearon cuatro hojas, cada una de las cuales llevó como rótulo una de las categorías surgidas a partir de la conformación de la tabla mencionada en el párrafo anterior (N:N, N:X, C:C; C:X). Luego, se adicionó a su correspondiente categoría, la información de cada toro resultante del procedimiento antes detallado en **“2.1.1. Fuente principal de información”**.

Los toros que presentaron inconsistencias entre el color de capa propio y el de sus ascendientes, fueron ubicados en las categorías N:X o C:X, según si el color de capa del candidato fue negra o colorada. De esta manera, se conformó la base de datos sobre la que posteriormente se hicieron los análisis estadísticos.

2. 2. Análisis estadístico de los datos

2. 2. 1. Árboles de clasificación

La confección de árboles es una técnica útil para explorar conjuntos de datos y descubrir las estructuras que en ellos existen. Esta técnica es utilizada en problemas de regresión y de clasificación, donde se tiene un cierto número de variables independientes (X) y una única variable respuesta (Y) (Clark y Pregibon, 1991). Entre las utilidades que ofrece este tipo de análisis se destacan la capacidad de resumir grandes conjuntos de datos con muchas variables, y de detectar interacciones entre las mismas (Clark y Pregibon, 1991).

Al comienzo, el análisis particiona la información ante el valor de la variable independiente con el cual se logra reducir al máximo la variabilidad total; originando de esta manera, dos subconjuntos de datos más pequeños y más homogéneos en valores de la variable por la cual particionó (Breiman et al, 1984). Este procedimiento, denominado partición binaria recursiva (Clark y Pregibon, 1991), continúa a desarrollarse de manera sucesiva dentro del árbol hasta culminar en agrupamientos finales de datos denominados nodos terminales. El criterio que se utilizó para evaluar la variabilidad y realizar las particiones fue el análisis de devianza, el cuál es una generalización del análisis de la varianza donde se considera variabilidades pertenecientes a otros tipos de distribuciones además de la variabilidad propia de distribuciones normales (Rodríguez Iglesias, R. comunicación personal).

Cada árbol está conformado por líneas horizontales en cuyo centro se encuentra la variable independiente con el valor de la misma por el cual se realizó la partición; hacia la izquierda derivan las variables dependientes cuyos valores son menores o iguales al valor por el cual se particionó; mientras que, hacia la derecha, derivan aquellas variables dependientes cuyos valores son superiores. Al final de dichas líneas horizontales, conectan líneas verticales que desembocan en nuevas líneas horizontales que repiten sucesivamente el proceso antes descrito, hasta culminar en los nodos terminales representados por una de las posibles variables dependientes.

Dado que las incógnitas en este trabajo se encuadran dentro de un problema clasificatorio, el tipo de árboles utilizado fue árboles de clasificación. Utilizando el software Splus (MathSoft, 2000), la técnica se aplicó sobre la base de datos para comparar y analizar el comportamiento de los diferentes DEP's. El primer factor considerado fue el color de capa de los toros, constituyendo este la variable dependiente del análisis, la cual se expresó mediante el número 1 cuando el color de capa de los toros fue negro y mediante el 2 cuando fue colorado. El segundo factor en consideración fue el color de capa de los antecesores de cada toro hasta la quinta generación ascendente (linaje), constituyendo este aquí la variable dependiente del análisis; y siendo representada por el número 1 cuando los toros fueron N:N, por el 2 cuando fueron N:X, por el 3 cuando fueron C:C, y mediante el 4 cuando fueron C:X. En ambos casos las variables independientes fueron los valores de cada uno de los diferentes DEPs de eficiencia reproductiva y crecimiento, y de rendimiento y calidad de carne. Además, con el fin de determinar qué DEPs presentaban mayor variabilidad, se construyó un segundo árbol, a partir de la remoción de la variable independiente que primero particionó al conjunto de datos en el primer árbol. Después de repetir este procedimiento en forma sucesiva 2 o 3 veces, y de observar las 4 o 5 variables independientes que particionaron al comienzo en cada uno de los 4 o 5 árboles resultantes, se determinó el orden decreciente de importancia de los DEPs en cuanto a magnitud de la variabilidad.

2. 2. 2. Análisis de Varianzas

Utilizando el software Splus (MathSoft, 2000) se realizaron análisis de varianzas (ANOVAs), donde se compararon los valores medios para cada uno de los 12 DEPs en la siguiente secuencia: (1) entre toros negros y colorados; (2) entre toros negros y colorados de acuerdo a si sus antecesores presentaron color de capa uniforme o combinado (N:N; C:C; N:X y C:X); (3) solo entre toros negros y colorados provenientes de antecesores con color de capa uniforme (N:N, C:C); (4) entre toros negros y colorados provenientes de antecesores con color de capa uniforme (N:N, C:C) respecto los provenientes de antecesores con color de capa combinado (_X). En todas ellas, primero se comparó entre todos los DEPs y luego solo entre DEPs que presentaron PRECs mayores o iguales al 85%.

3. Resultados

3. 1. Color de Capa

3. 1. 1. Árboles de clasificación interactuando todos los tipos de DEPs

Se comenzó confeccionando un árbol de clasificación en el cual se incluyeron al mismo tiempo, como variables independientes, DEPs de caracteres vinculados a eficiencia reproductiva y crecimiento, y DEPs de caracteres vinculados a rendimiento y calidad de carne (Figura 1). La primera variable independiente que particionó el árbol de clasificación fue *E.G.D.*, en el valor de 0,05 mm. Hacia la derecha de esta primera partición, se observó una importante dominancia de toros de color de capa negra, con presencia de nodos terminales de altísima pureza (identificados con círculos en la Figura 1). Hacia la izquierda, se observaron proporciones más equilibradas entre toros negros y colorados, siendo la mitad de los nodos terminales de este sector, de pureza predominante para color de capa colorada (identificados con círculos en la Figura 1).

Para determinar el orden decreciente de importancia de los DEPs en relación a la variabilidad, se procedió a confeccionar árboles de clasificación sucesivos tras remover del árbol anterior la variable independiente que primero particionó el árbol. Utilizando esta metodología, se encontró que el DEP de espesor de grasa dorsal se ubicó en el primer lugar, seguido por el DEP de espesor de grasa de cadera, posteriormente el DEP de porcentaje de cortes minoristas, luego el DEP de peso al nacer, y por último el DEP de leche.

3. 1. 2. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento

La primera variable que particionó el árbol de clasificación cuando se consideraron únicamente DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento fue **Leche**, en un valor de 0,05 kg (Figura 2). Hacia la derecha, se observó predominancia de los toros negros sobre los colorados. Además, es posible observar en este sector que, ante una partición en un valor de 0,25 cm de *C.E.*, deriva un único nodo terminal de pureza predominantemente colorada hacia valores menores a 0,25 cm (identificado con círculo en la Figura 2); distribuyéndose en el sentido opuesto, una considerable cantidad de nodos terminales de pureza predominantemente negra.

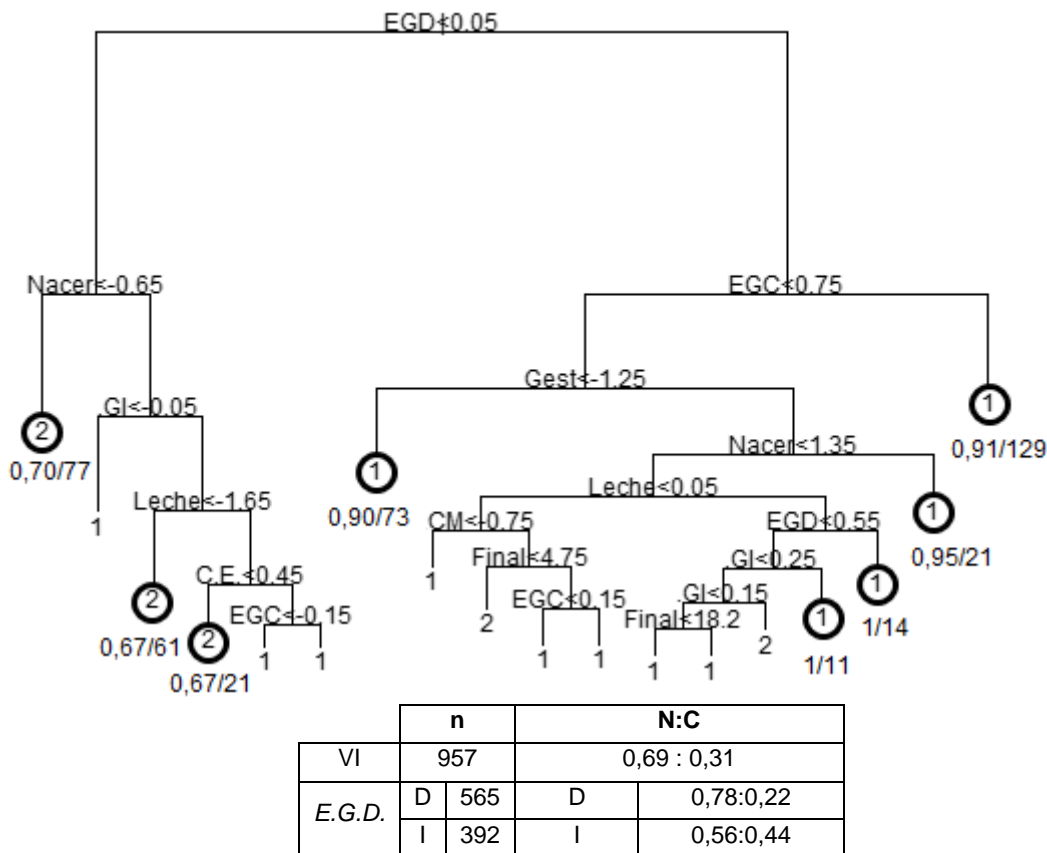
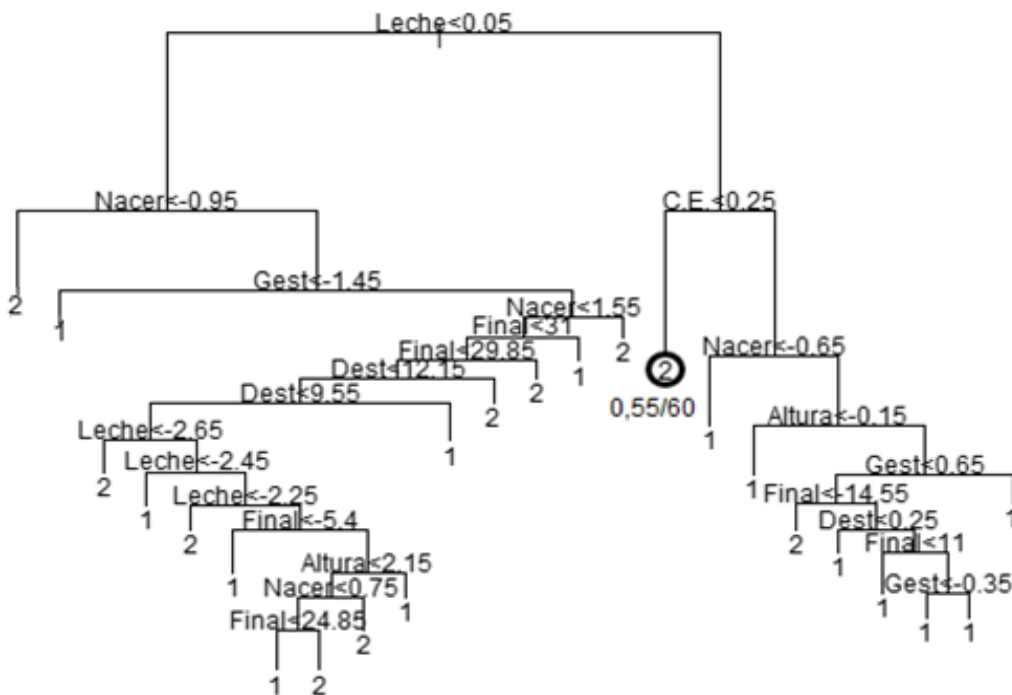


Figura 1. Árbol de clasificación según color de capa (variable dependiente), teniendo en cuenta todos los tipos de DEPs (variables independientes). 1= toros de color de capa negra, 2= toros de color de capa colorada, Gest.= DEP de Largo de Gestación , Nacer = DEP de Peso al Nacer, Dest.= DEP de Peso al Destete, Leche= DEP de Aptitud Lechera, Final= DEP de Peso final, C.E.= DEP de Circunferencia Escrotal, Altura= DEP de Altura, E.G.D.= DEP de Espesor de Grasa Dorsal, E.G.C.= DEP de Espesor de Grasa de la Cadera, A.O.B.= DEP de Área de Ojo de Bife, %G.I.= DEP de Porcentaje de Grasa Intramuscular, C.M.= DEP de Porcentaje de Cortes Minoristas. Las circunferencias señalan nodos terminales relevantes; debajo de cada nodo se indica la proporción del color de capa predominante/ cantidad total de toros que integran el nodo. En la tabla, n= total de toros analizados, N:C= proporciones de los diferentes colores de capa que componen n, VI= primera variable independiente que particiona, D= n hacia la derecha de VI, I= n hacia la izquierda de VI.



	n		N:C	
VI	1149		0,69 : 0,31	
Leche	D	667	D	0,76:0,24
	I	482	I	0,59:0,41

Figura 2. Árbol de clasificación según factor color de capa (variable dependiente), teniendo en cuenta DEPs de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento (variables independientes). 1= toros de color de capa negra, 2= toros de color de capa colorada, *Gest.* = DEP de Largo de Gestación, *Nacer* = DEP de Peso al Nacer, *Dest.* = DEP de Peso al Destete, *Leche*= DEP de Aptitud Lechera, *Final*= DEP de Peso final, *C.E.*= DEP de Circunferencia Escrotal, *Altura*= DEP de Altura. Las circunferencias señalan nodos terminales relevantes; debajo de cada nodo se indica la proporción del color de capa predominante/ cantidad total de toros que integran el nodo. En la tabla, n= total de toros analizados, N:C= Proporciones de los diferentes colores de capa que componen n, VI= primera variable independiente que particiona, D= n hacia la derecha de VI, I= n hacia la izquierda de VI.

Posteriormente, se fueron retirando las variables independientes que particionaban al comienzo, y confeccionando los sucesivos árboles de clasificación; posicionándose de esta manera, en cuanto a variabilidad, el DEP de Aptitud Lechera en primer lugar, luego el DEP de Peso al Nacer, posteriormente el DEP de Peso Final, y por último el DEP de Largo de Gestación.

Cuando se realizaron comparaciones entre los valores medios de DEPs de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento entre toros de color de capa negra y toros de color de capa colorada, se encontraron diferencias en todos los DEPs (Tabla 2). En valores medios de *Gest.*, *Nacer*, *Leche*, *Final*, *C.E.*, y *Altura*, las diferencias fueron altamente significativas ($P < 0,01$), y en valores medios de *Dest.*, las diferencias fueron significativas ($P < 0,05$). Esto indicaría que, en promedio, la progenie de toros negros con respecto a la de los colorados, presenta períodos de gestación más cortos, al nacer son más pesados, son más pesados al destete, sus hijas presentan mayor aptitud lechera; son más pesados al alcanzar el peso adulto, su circunferencia testicular es mayor; y además son más altos.

Tabla 2. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, según sea negro o colorado el color de capa de los toros

DEP	N: _	C: _	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,37 \pm 0,034 (843)	-0,16 \pm 0,049 (398)	3×10^{-04}	***
Nacer (kg)	0,11 \pm 0,028 (993)	-0,11 \pm 0,04 (467)	$7,9 \times 10^{-06}$	***
Dest. (kg)	5,56 \pm 0,169 (991)	4,93 \pm 0,246 (465)	0,04	*
Leche (kg)	0,85 \pm 0,096 (991)	-0,19 \pm 0,14 (465)	$1,01 \times 10^{-09}$	***
Final (kg)	16,72 \pm 0,501 (937)	14,25 \pm 0,728 (444)	0,005	***
C.E. (cm)	0,99 \pm 0,018 (940)	0,85 \pm 0,0,26 (434)	$2,2 \times 10^{-05}$	***
Altura (cm)	1,5 \pm 0,034 (933)	1,3 \pm 0,051 (425)	0,001	***

N: _= toros de color de capa negra; C: _= toros de color de capa colorada, Media= valor medio, ES= error estándar, n= número de toros, *Gest.*= DEP de Largo de Gestación, *Nacer* = DEP de Peso al Nacer, *Dest.*= DEP de Peso al Destete, *Leche*= DEP de Aptitud Lechera, *Final*= DEP de Peso Final, *C.E.*= DEP de Circunferencia Escrotal, *Altura*= DEP de Altura

Por otro lado, cuando solo se utilizaron valores medios de DEPs con PRECs mayores o iguales a 85% para comparar caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento de toros según color de capa (Tabla 3), se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en *nacer*, diferencias significativas ($P < 0,05$) en *C.E.*,

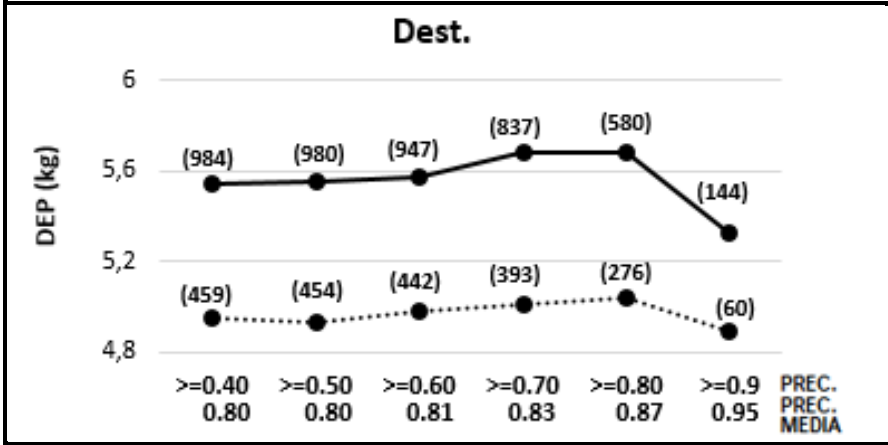
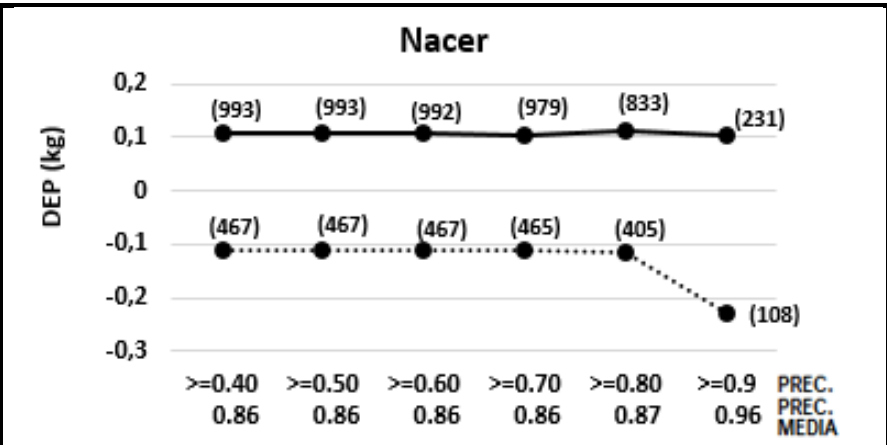
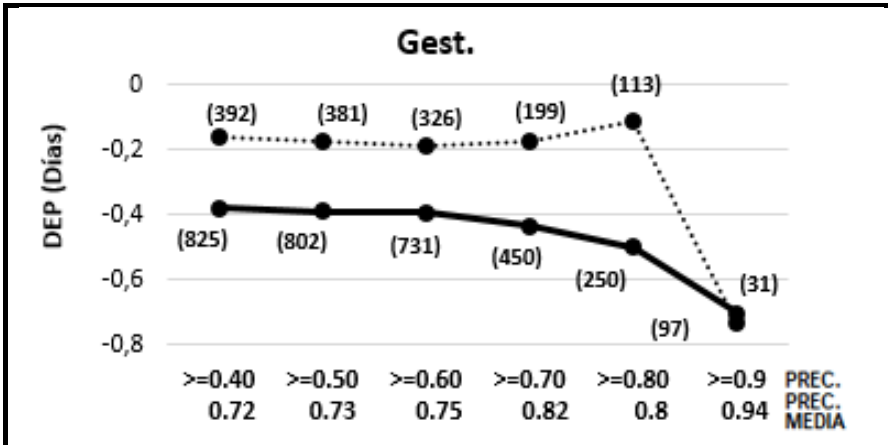
y tendencia a mostrar diferencias en *Gest.* y *Altura*. Esto significa que, en promedio, la progenie de toros negros es más pesada que la de los colorados, y su tamaño testicular es mayor; tendiendo además a presentar períodos de gestación más cortos y mayor altura a la edad adulta.

Tabla 3. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, que superaron o igualaron el 85% de precisión, según sea negro o colorado el color de capa de los toros

DEP	N: _	C: _	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,67 \pm 0,083 (170)	-0,38 \pm 0,138 (61)	0,07	n/s
Nacer (kg)	0,10 \pm 0,035 (659)	-0,16 \pm 0,051 (314)	4,64x10 ⁻⁰⁵	***
Dest. (kg)	5,52 \pm 0,258 (428)	5,40 \pm 0,378 (199)	0,78	n/s
Leche (kg)	1,04 \pm 0,386 (101)	-0,43 \pm 0,809 (23)	0,10	n/s
Final (kg)	16,07 \pm 0,934 (150)	17,07 \pm 1,503 (58)	0,57	n/s
C.E. (cm)	1,11 \pm 0,028 (358)	0,99 \pm 0,0,4 (169)	0,012	*
Altura (cm)	1,74 \pm 0,039 (575)	0,99 \pm 0,04 (233)	0,07	n/s

N: _= toros de color de capa negra; C: _= toros de color de capa colorada, Media= valor medio, ES= error estándar, n= número de toros, *Gest.* = DEP de Largo de Gestación, *Nacer* = DEP de Peso al Nacer, *Dest.* = DEP de Peso al Destete, *Leche*= DEP de Aptitud Lechera, *Final*= DEP de Peso final, *C.E.*= DEP de Circunferencia Escrotal, *Altura*= DEP de Altura

El comportamiento de los valores medios de los DEPs de toros negros y de toros colorados a lo largo una serie de valores de PREC (Figura 3), mostró claramente, en forma gráfica, las diferencias encontradas en los análisis de varianza. Además, se pudo ver que, en general, en las PRECs más altas, los valores medios de los DEPs, se comportaron de manera más errática en comparación con los valores medios de los DEPs cuyas PRECs fueron intermedias o bajas.



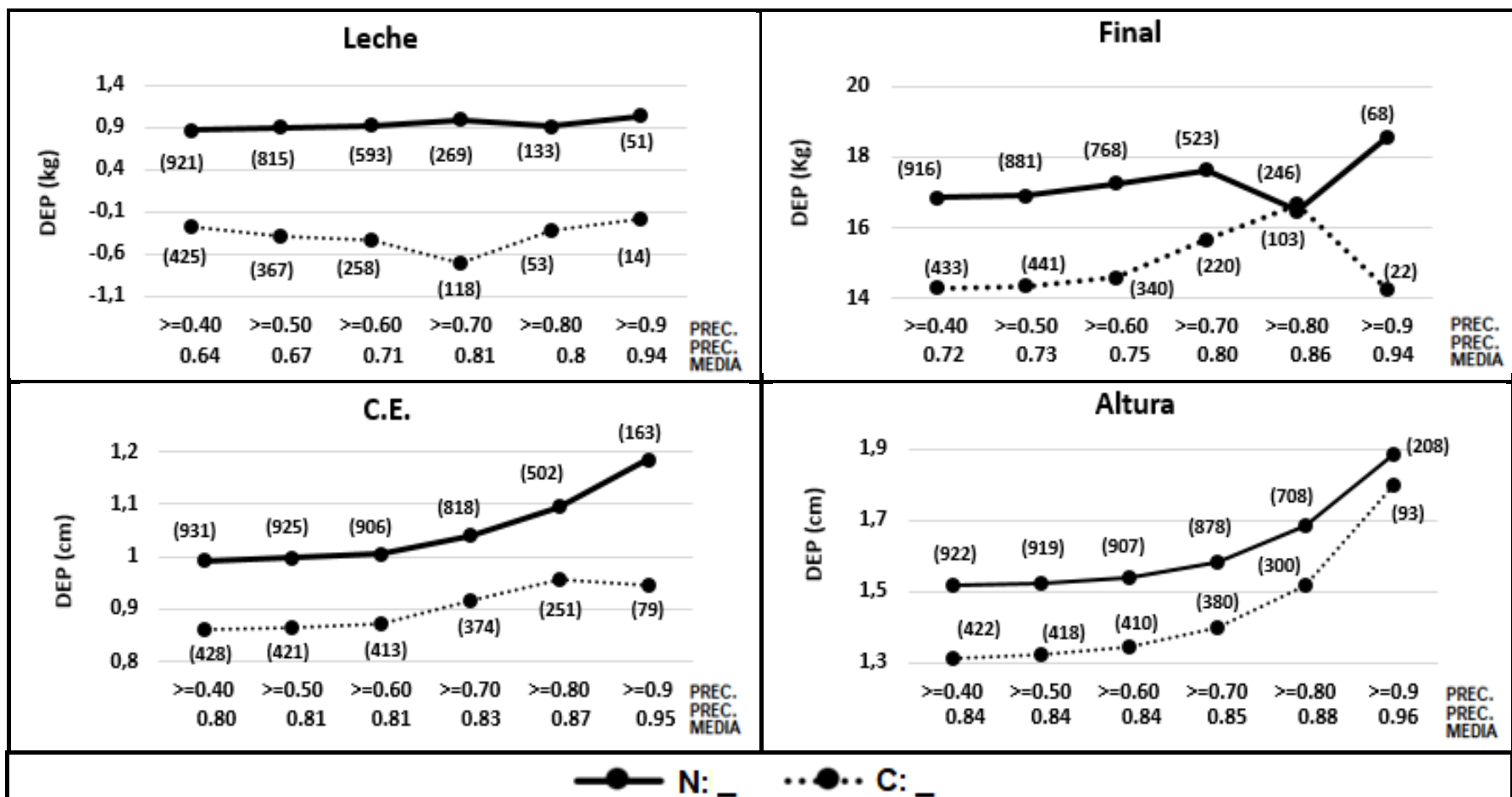
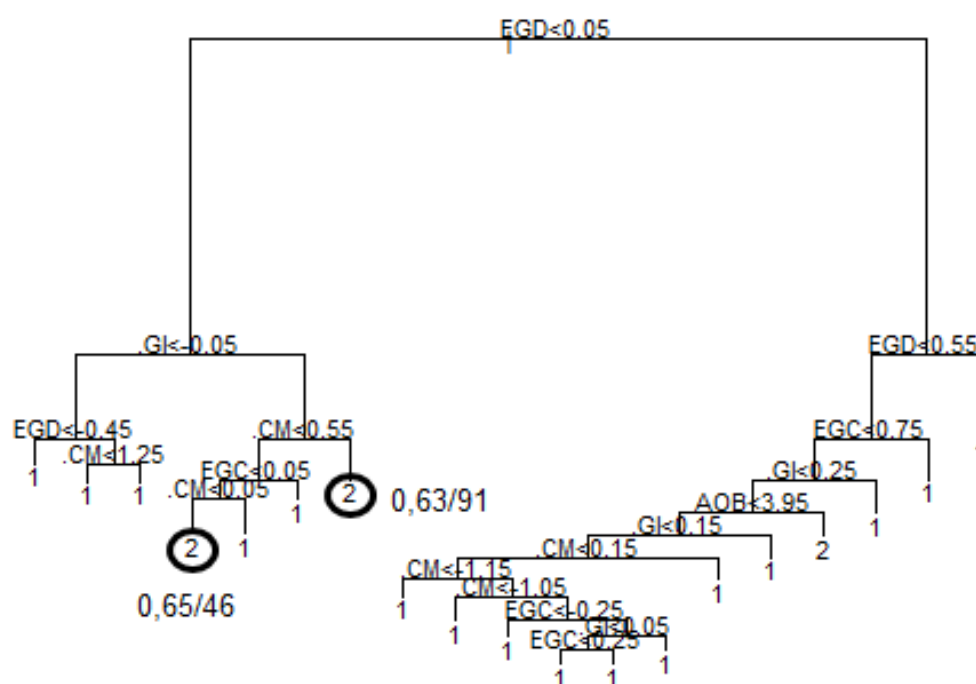


Figura 3. Valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de largo de gestación (*Gest.*), peso al nacer (*Nacer*), peso al destete (*Dest.*), aptitud lechera (*Leche*), peso final (*Final*), circunferencia escrotal (*C.E.*), y altura (*Altura*), para toros de diferente color de capa, a medida que varían los niveles de precisión (PREC). N: toros de color de capa negra, C: toros de color de capa colorada. Entre paréntesis se indica el número de toros de cada color de capa que aportaron información para DEPs y para PRECs.

3. 1. 3. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne

En el árbol de clasificación que surgió de tomar en cuenta solo DEPs de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne, se observó la primera partición en *E.G.D.* en un valor de 0,05 mm (Figura 4). Hacia la derecha se ubicó más de la mitad del total de los toros, con importante proporción de toros negros. Hacia la izquierda, las proporciones de toros negros y colorados mostraron ser más equilibradas, apareciendo dos nodos terminales de pureza predominantemente colorada (Identificados con círculo en la Figura 4).



	n	N:C	
VI	1088	0,68 : 0,32	
E.G.D.	D	D	0,77:0,23
	I	I	0,55:0,45

Figura 4. Árbol de clasificación según color de capa (variable dependiente), teniendo en cuenta solo DEPs de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne (variables independientes). 1= toros de color de capa negra, 2= toros de color de capa colorada, *E.G.D.*= DEP de espesor de grasa dorsal, *E.G.C.*= DEP de espesor de grasa de cadera, *A.O.B.*= DEP de área de ojo de bife, *G.I.*= DEP de porcentaje de grasa intramuscular, *C.M.*= DEP de porcentaje de cortes minoristas. Las circunferencias señalan nodos terminales relevantes; debajo de cada nodo se indica proporción del color de capa predominante/ cantidad total de toros que integran el nodo. En la tabla, n= total de toros analizados, N:C= proporciones de los diferentes colores de capa que componen n, VI= primera variable independiente que particiona, D= n hacia la derecha de VI, I= n hacia la izquierda de VI.

Habiendo retirado la variable principal del árbol anterior (DEP de espesor de grasa dorsal) (Figura 4), y confeccionando un nuevo árbol con las restantes variables, se encontró que, como segunda variable en cuanto a variabilidad, quedó el DEP de espesor de grasa de cadera para explicar las diferencias. Luego, repitiendo este procedimiento, se encontró en tercer lugar al DEP de porcentaje de cortes minoristas, y por último al DEP de porcentaje de grasa intramuscular.

Cuando se compararon valores medios de DEPs vinculados a características de rendimiento y calidad de carne (Tabla 4), se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en valores medios de *E.G.D.*, *E.G.C.*, y *%C.M.* Estos resultados, en promedio, indican que la progenie de toros colorados es más magra respecto de la progenie de toros negros; presentando a su vez mayores porcentajes de cortes minoristas.

Tabla 4. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne, según sea negro o colorado el color de capa de los toros

DEP	N: _	C: _	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
<i>E.G.D.</i> (mm)	0,23 \pm 0,016 (746)	0,02 \pm 0,024 (347)	2,97x10 ⁻¹³	***
<i>E.G.C.</i> (mm)	0,3 \pm 0,022 (746)	0,04 \pm 0,032 (347)	3,8x10 ⁻¹¹	***
<i>A.O.B.</i> (cm ²)	0,37 \pm 0,069 (751)	0,34 \pm 0,102 (347)	0,83	n/s
<i>%G.I.</i> (%)	0,01 \pm 0,004 (774)	0,02 \pm 0,007 (354)	0,36	n/s
<i>%C.M.</i> (kg)	-0,25 \pm 0,028 (745)	0,11 \pm 0,041 (347)	5,2x10 ⁻¹³	***

N: _= toros de color de capa negra; C: _= toros de color de capa colorada, Media= valor medio, ES= error estándar, n= número de toros, *E.G.D.*: espesor de grasa dorsal., *E.G.C.*: de espesor de grasa de cadera, *A.O.B.*: área de ojo de bife, *%G.I.*: porcentaje de grasa intramuscular y *%C.M.*: porcentaje de cortes minoristas

Cuando se compararon valores medios de DEPs cuyas PRECs fueron mayores o iguales a 85%, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en *E.G.D.* y en *E.G.C.* (Tabla 5), y diferencias significativas ($P < 0,05$) en *%C.M.* Esto refuerza los resultados que previamente indicaron que, en promedio, la progenie de toros colorados

posee menores espesores de grasa dorsal y de grasa de cadera que la progenie de toros negros, y mayor porcentaje de cortes minoristas.

Tabla 5. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en las progenies (DEP) de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne, que superaron o igualaron el 85% de precisión, según sea negro o colorado el color de capa de los toros

DEP	N: _	C: _	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
E.G.D. (mm)	0,21 \pm 0,024 (247)	0,07 \pm 0,036 (107)	0,003	***
E.G.C. (mm)	0,28 \pm 0,03 (271)	0,09 \pm 0,046 (120)	5,01x10 ⁻⁰⁴	***
A.O.B. (cm ²)	0,28 \pm 0,104 (243)	0,21 \pm 0,16 (102)	0,71	n/s
%G.I. (%)	0,01 \pm 0,009 (249)	0,03 \pm 0,013 (108)	0,30	n/s
%C.M. (kg)	-0,17 \pm 0,049 (242)	0,02 \pm 0,076 (102)	0,03	*

N: _= toros de color de capa negra; C: _= toros de color de capa colorada, Media= valor medio, ES= error estándar, n= número de toros, E.G.D: espesor de grasa dorsal., E.G.C.: de espesor de grasa de cadera, A.O.B.: área de ojo de bife, %G.I.: porcentaje de grasa intramuscular y %C.M. porcentaje de cortes minoristas

El comportamiento de los valores medios de los DEPs a lo largo de una serie de valores de PREC (Figura 4), mostró claramente en forma gráfica las diferencias entre los toros negros y colorados arrojadas por los análisis de varianzas en valores medios de E.G.D., E.G.C., y %C.M. Además, para el caso de estos tres tipos de DEPs, tanto en la curva que representa a los toros negros como la que representa a los colorados, no se observaron diferencias pronunciadas en sus valores medios de los mismos al comparar entre niveles de PREC bajos, medios, y altos, como sí puede observarse que ocurrió en A.O.B. y %G.I.

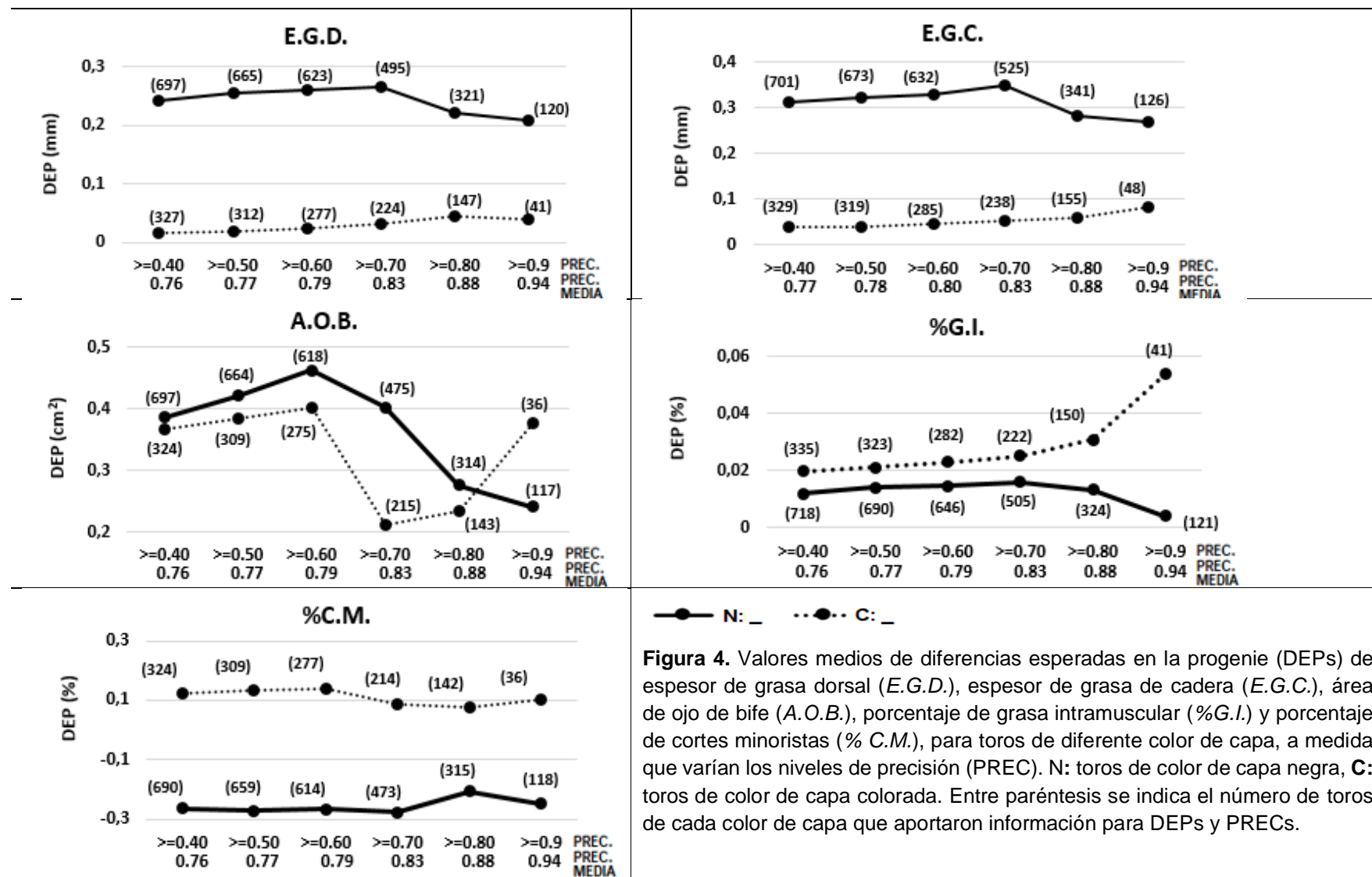


Figura 4. Valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de espesor de grasa dorsal (*E.G.D.*), espesor de grasa de cadera (*E.G.C.*), área de ojo de bife (*A.O.B.*), porcentaje de grasa intramuscular (*%G.I.*) y porcentaje de cortes minoristas (*%C.M.*), para toros de diferente color de capa, a medida que varían los niveles de precisión (PREC). N: toros de color de capa negra, C: toros de color de capa colorada. Entre paréntesis se indica el número de toros de cada color de capa que aportaron información para DEPs y PRECs.

3. 2. Linaje

3. 2. 1. Árboles de clasificación interactuando todos los tipos de DEPs

Cuando se inspeccionaron los datos según linaje, *E.G.D.* en un valor de 0,05 mm, fue la primera variable en particionar el árbol de clasificación que surgió de incluir en el mismo análisis a DEPs de caracteres vinculados a eficiencia reproductiva y crecimiento, y a DEPs de caracteres vinculados a rendimiento y calidad de carne (Figura 5). Hacia la derecha deriva una importante proporción de toros N:N respecto de los toros pertenecientes a los demás linajes, mientras que hacia la izquierda las proporciones de toros N:N y N:X disminuyen con respecto al sector derecho del árbol, incrementándose las de toros C:C y C:X. Pueden verse en este sector, 2 nodos terminales de pureza predominantemente C:X, importantes en cuanto a cantidad de toros (identificados con círculos en la Figura 5).

De retirar el DEP de espesor de grasa dorsal del árbol anterior (Figura 5), y confeccionar un nuevo árbol con las variables independientes restantes, se encontró que, como segunda variable en cuanto a variabilidad, se ubicó el DEP de peso al nacer. Siguiendo este mismo procedimiento, en tercer lugar, apareció el DEP de espesor de grasa de cadera, en cuarto lugar, el de aptitud lechera, y por último el DEP de porcentaje de cortes minoristas.

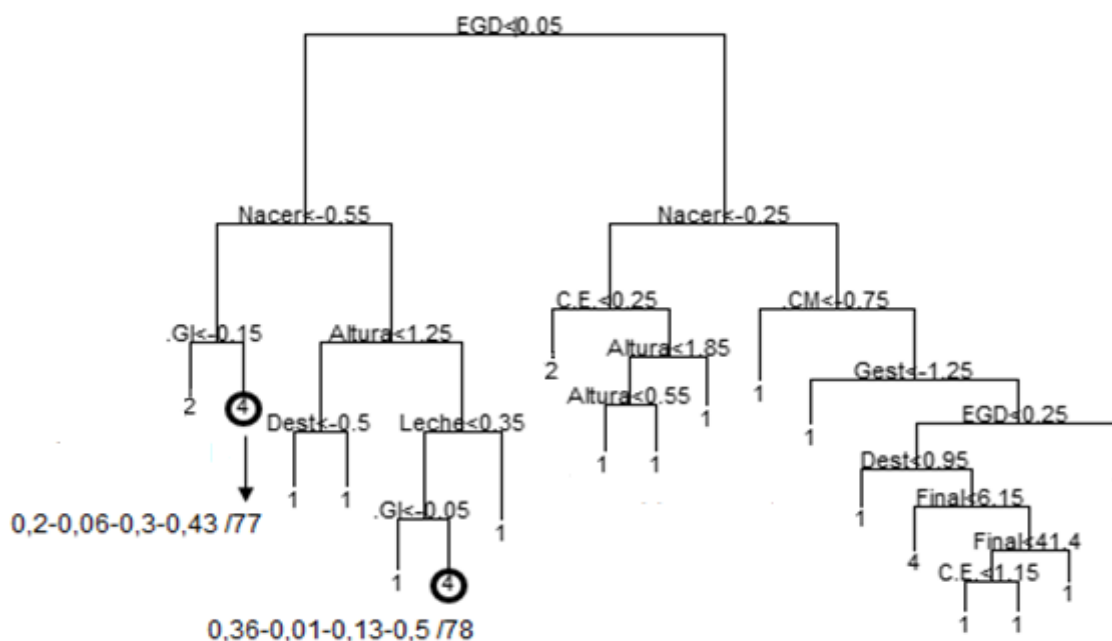
3. 2. 2. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento

En un valor de -0,65 kg de *Nacer*, se produjo la primera partición en el árbol de clasificación que surge de analizar únicamente variables relacionadas a eficiencia reproductiva y crecimiento (figura 6). A la derecha se desplaza la mayor cantidad de toros respecto del total, los cuales en su mayoría son toros N:N. En este sector, por un lado se vio que ante una partición en 0,15 cm de *C.E.*, derivaron hacia la derecha un número considerable de toros de proporciones mayoritariamente N:N (identificados con círculo grande en la figura 6); y por el otro lado, hacia la izquierda, se desplazó un grupo de toros conformando un único nodo terminal de pureza mayoritariamente C:X (identificado con círculo en la Figura 6).

Hacia la izquierda de la primera partición del árbol, si bien siguen dominando los toros N:N, las proporciones entre los toros de los diferentes linajes son más equilibradas. Se observó en este sector un nodo terminal de pureza mayoritariamente C:X cuando se

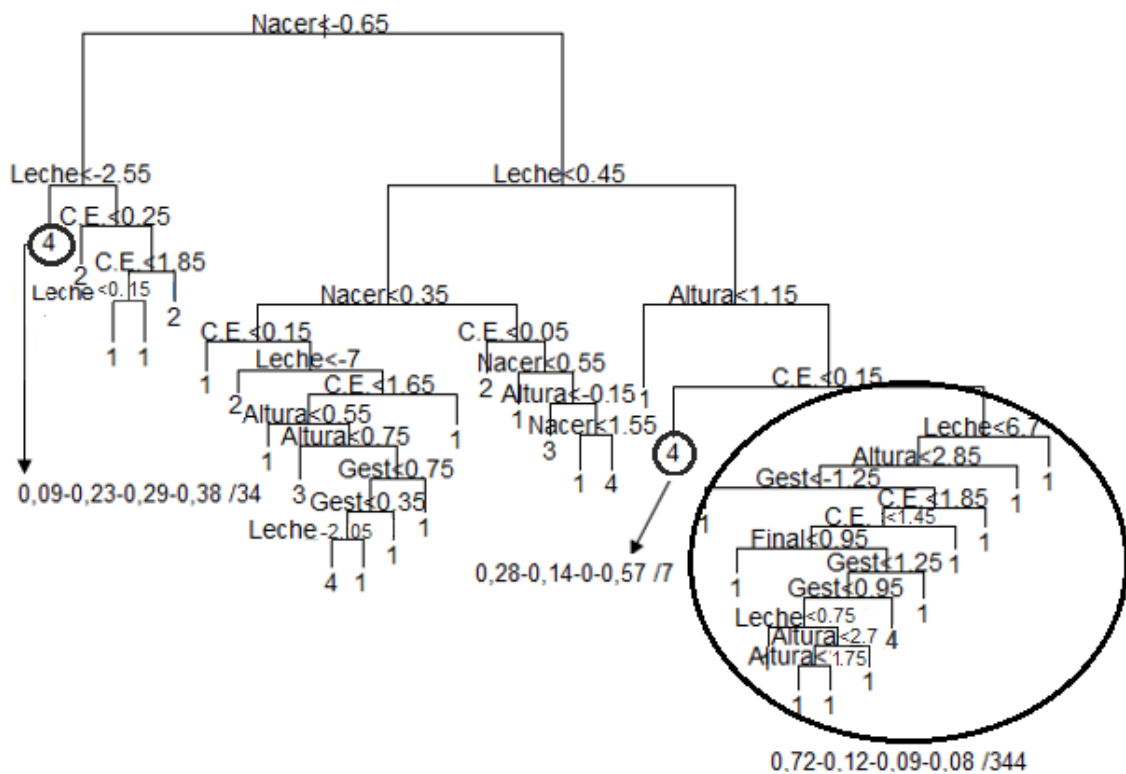
produce una partición en un valor de -2,55 kg de *Leche* (identificado con circulo en la Figura 6).

Eliminando de los sucesivos árboles de clasificación las variables independientes que fueron presentando las mayores variabilidades, se concluyó que, en orden decrecientes de las mismas, el DEP de peso al nacer se posicionó en el primer lugar, luego el DEP de aptitud lechera, seguido por el DEP de altura, y por último el DEP de largo de gestación.



		n	N:N-N:X-C:C-C:X	
VI		957	0,56-0,12-0,10-0,21	
E.G.D.	D	565	D	0,63-0,15-0,06-0,15
	I	392	I	0,47-0,08-0,14-0,3

Figura 5. Árbol de clasificación según factor linaje (variable dependiente), teniendo en cuenta todos los tipos de DEP (variables independientes). 1= toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), 2= toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), 3= toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), 4= toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X). Gest. = DEP de largo de gestación, Nacerk = DEP de peso al nacer, Dest.= DEP de peso al destete, Leche= DEP de aptitud lechera, Final= DEP de peso final, C.E.= DEP de circunferencia escrotal, Altura= DEP de altura, E.G.D.= DEP de espesor de grasa dorsal, E.G.C.= DEP de espesor de grasa de la cadera, A.O.B.= DEP de área de ojo de bife, G.I.= DEP de porcentaje de grasa intramuscular, C.M.= DEP de porcentaje de cortes minoristas. Las circunferencias señalan nodos terminales relevantes; debajo de cada nodo se indican las proporciones de N:N-N:X-C:C-C:X / cantidad de toros que integran el nodo. En la tabla, n= total de toros analizados, N:N-N:X-C:C-C:X= proporciones de los diferentes linajes que componen n, VI= primera variable independiente que particiona, D= n hacia la derecha de VI, I= n hacia la izquierda de VI.



	n	N:N-N:X-C:C-C:X	
VI	1149	0,56-0,13-0,10-0,21	
Nacer	D	936	0,60-0,13-0,08-0,19
	I	213	0,34-0,18-0,19-0,29

Figura 6. Árbol de clasificación según factor linaje (variable dependiente), teniendo en cuenta solo DEP de eficiencia reproductiva y crecimiento (variables independientes). 1= toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), 2= toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), 3= toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), 4= toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X). Gest.= DEP de largo de gestación, Nacer = DEP de peso al nacer, Dest.= DEP de peso al destete, Leche= DEP de aptitud lechera, Final= DEP de peso final, C.E.= DEP de circunferencia escrotal, Altura= DEP de altura. Las circunferencias señalan nodos terminales relevantes; debajo de cada nodo se indican las proporciones de N:N-N:X-C:C-C:X / cantidad de toros que integran el nodo. En la tabla, n= total de toros analizados, N:N-N:X-C:C-C:X= proporciones de los diferentes linajes que componen n, VI= primera variable independiente que particiona, D= n hacia la derecha de VI, I= n hacia la izquierda de VI.

Al comparar los valores medios de los DEPs (Tabla 6, Figura 7), se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en valores medios de Gest., Nacer, Leche, C.E., y Altura, y una tendencia a mostrar diferencias en Dest. [un caso particular se da con Final, en el cual, a pesar de ser declaradas diferencias en el análisis global entre los diferentes linajes, en los análisis de a pares no surge tal diferencia (seguramente el carácter conservador del test de Tukey-Kramer esté involucrado en este hecho)]. En el

caso de los valores medios de *Gest.* y de *C.E.*, las diferencias fueron entre toros N:N y C:X, presentando la progenie de los toros N:N, en promedio, períodos de gestación más reducidos y tamaños testiculares mayores que la de los C:X. En valores medios de *Nacer* y de *Leche*, las diferencias estuvieron entre los toros N:N y los toros de los demás linajes; siendo la progenie de los N:N, en promedio, más pesada al nacer y con mayor aptitud lechera respecto de la potencial progenie de los toros de los demás linajes. En cuanto a *Altura*, se encontraron diferencias entre los valores medios de los toros N:N respecto de los de los toros N:X y C:X; siendo la descendencia de los primeros, en promedio, más alta que la de los restantes dos linajes.

Luego, cuando solo se compararon valores medios de DEPs cuyas PRECs fueron mayores o iguales a 85% (Tabla 7, Figura 8), solo se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en *Nacer* entre toros N:N y toros de los demás linajes; diferencias significativas ($P < 0,05$) en *Leche* entre toros N:N y toros C:X., y una tendencia a la existencia de diferencias en *C.E.* Estos resultados mostraron que, en promedio, la progenie de toros N:N es más pesada al nacer que la progenie de los demás linajes; y con mayor aptitud lechera que los toros C:X.

La comparación de los valores medios de cada uno de los DEPs a lo largo de una serie de valores incrementales de PRECs, mostró que, en general, desde el comienzo de la serie, y en los valores intermedios de PREC, la tendencia se comporta de manera relativamente estable (Figura 9). A medida que nos aproximamos a los valores de PREC más altos, se observaron algunos comportamientos erráticos en los valores medios de los DEPs con respecto a los que se ubican en las PRECs más bajas e intermedias.

Tabla 6. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, de acuerdo al color de capa propio de los toros y de linaje del que provengan

DEP	N:N	N:X	C:C	C:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,38a \pm 0,038 (673)	-0,36ab \pm 0,075 (170)	-0,26ab \pm 0,086 (128)	-0,11b \pm 0,059 (270)	1,9x10 ⁻⁰³	***
Nacer (kg)	0,16a \pm 0,031 (794)	-0,12b \pm 0,062 (199)	-0,26b \pm 0,071 (148)	-0,04b \pm 0,049 (319)	2,7x10 ⁻⁰⁹	***
Dest. (kg)	5,68a \pm 0,189 (793)	5,08a \pm 0,377 (198)	4,68a \pm 0,438 (147)	5,05a \pm 0,298 (318)	0,08	n/s
Leche (kg)	0,98a \pm 0,107 (793)	0,33b \pm 0,214 (198)	0,17b \pm 0,248 (147)	-0,36b \pm 0,169 (318)	2,39x10 ⁻¹⁰	***
Final (kg)	16,97a \pm 0,559 (754)	15,73a \pm 1,135 (183)	13,58a \pm 1,302 (139)	14,56a \pm 0,879 (305)	0,03	*
C.E. (cm)	0,99a \pm 0,02 (755)	0,96ab \pm 0,04 (185)	0,87ab \pm 0,046 (141)	0,84b \pm 0,032 (293)	3,0x10 ⁻⁰⁴	***
Altura (cm)	1,55a \pm 0,038 (755)	1,3b \pm 0,078 (178)	1,44ab \pm 0,089 (139)	1,24b \pm 0,062 (286)	5,6x10 ⁻⁰⁵	***

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios de los linajes. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, N:X toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, C:X toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada.

Tabla 7. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, que superaron o igualaron el 85% de precisión, de acuerdo al color de capa propio de los toros y del linaje del que provengan

DEP	N:N	N:X	C:C	C:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,68a \pm 0,086 (159)	-0,51a \pm 0,326 (11)	-0,60a \pm 0,23 (22)	-0,25a \pm 0,173 (39)	0,17	n/s
Nacer (kg)	0,15a \pm 0,039 (539)	-0,17b \pm 0,082 (120)	-0,33b \pm 0,089 (104)	-0,08b \pm 0,062 (210)	1,9x10 ⁻⁰⁷	***
Dest. (kg)	5,70a \pm 0,284 (351)	4,74a \pm 0,607 (77)	5,50a \pm 0,637 (70)	5,34a \pm 0,469 (129)	0,54	n/s
Leche (kg)	1,24a \pm 0,401 (90)	0,55ab \pm 1,147 (11)	1,7ab \pm 1,268 (9)	-1,81b \pm 1,016 (14)	0,03	*
Final (kg)	16,58a \pm 1,003 (130)	12,73a \pm 2,558 (20)	16,4a \pm 2,697 (18)	17,37a \pm 1,809 (40)	0,51	n/s
C.E. (cm)	1,11a \pm 0,031 (297)	1,09a \pm 0,067 (61)	1,02a \pm 0,07 (56)	0,97a \pm 0,049 (113)	0,09	n/s
Altura (cm)	1,76a \pm 0,043 (484)	1,67a \pm 0,099 (91)	1,64a \pm 0,104 (82)	1,60a \pm 0,077 (151)	0,26	n/s

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios de los linajes. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, N:X toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, C:X toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada.

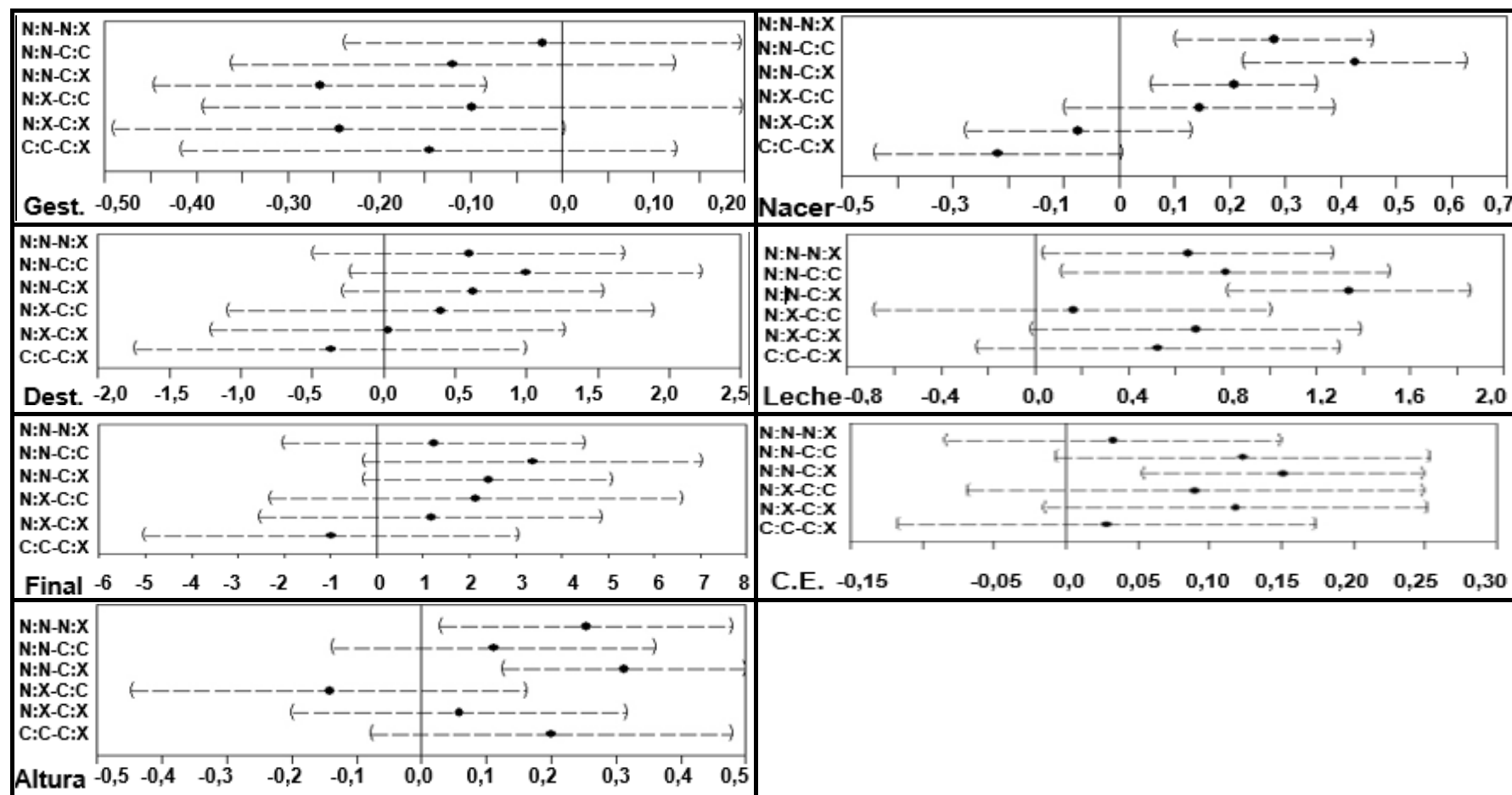


Figura 7. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X), respecto a valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de largo de gestación (*Gest.*), peso al nacer (*Nacer*), peso al destete (*Dest.*), aptitud lechera (*Leche*), peso final (*Final*), circunferencia escrotal (*C.E.*), y altura (*Altura*). Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linajes.

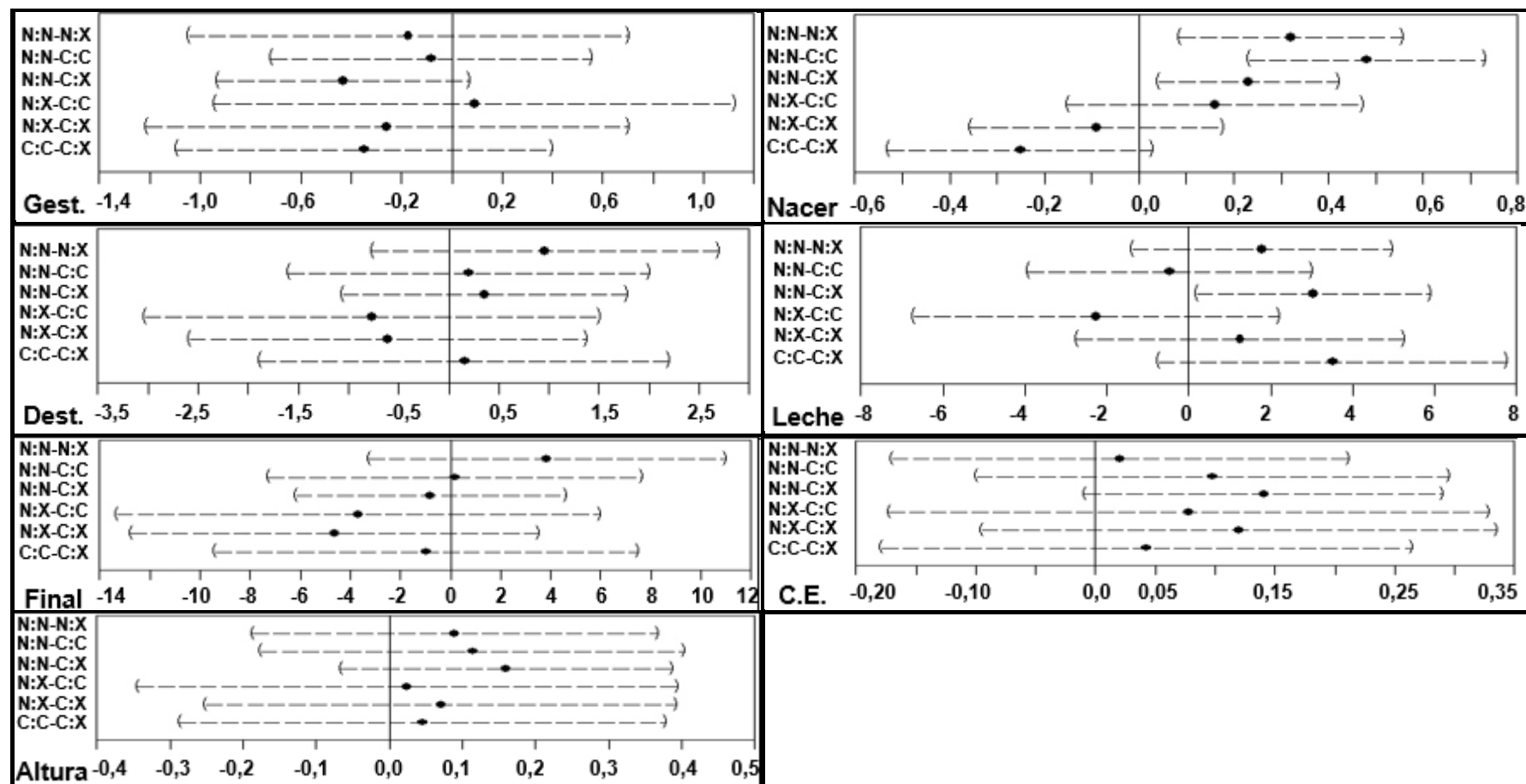
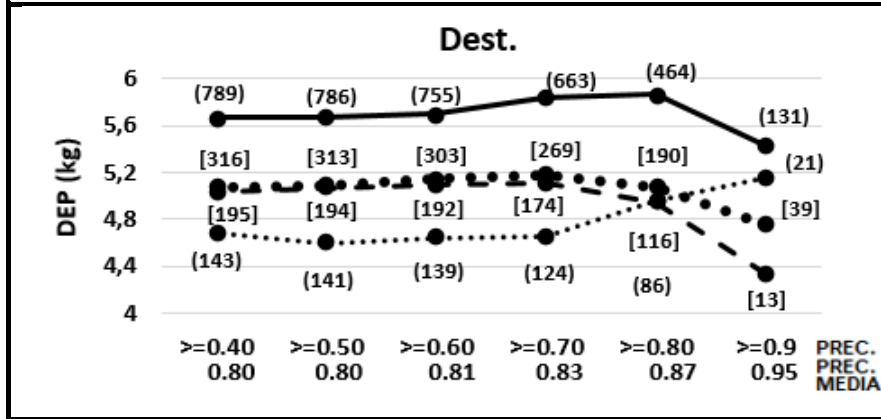
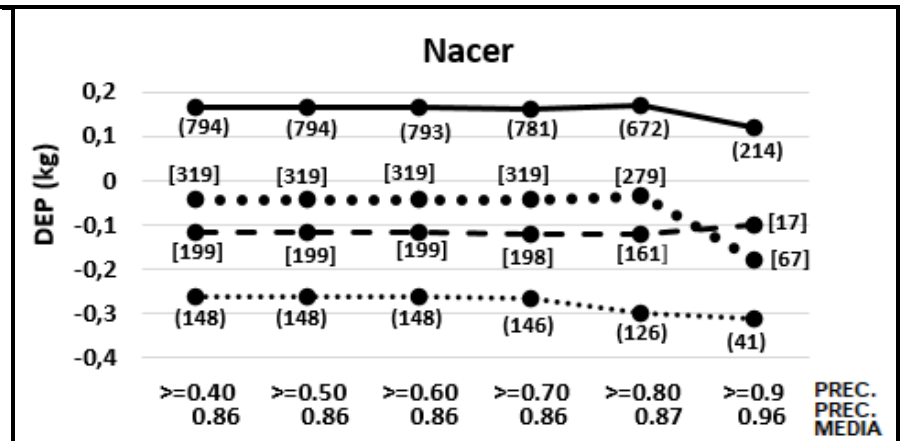
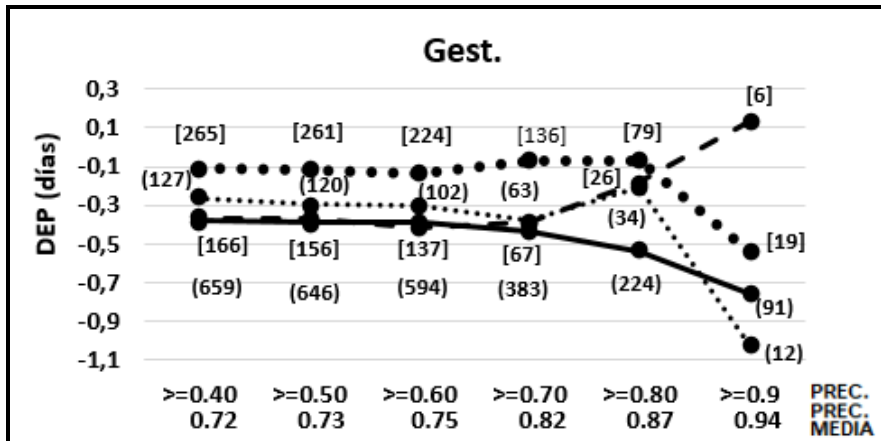


Figura 8. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X), respecto a valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de largo de gestación (*Gest.*), peso al nacer (*Nacer*), peso al destete (*Dest.*), aptitud lechera (*Leche*), peso final (*Final*), circunferencia escrotal (*C.E.*) y altura (*Altura*); utilizando en la comparación únicamente aquellos DEPs cuyas precisiones son mayores o iguales al 85%. Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linaje.



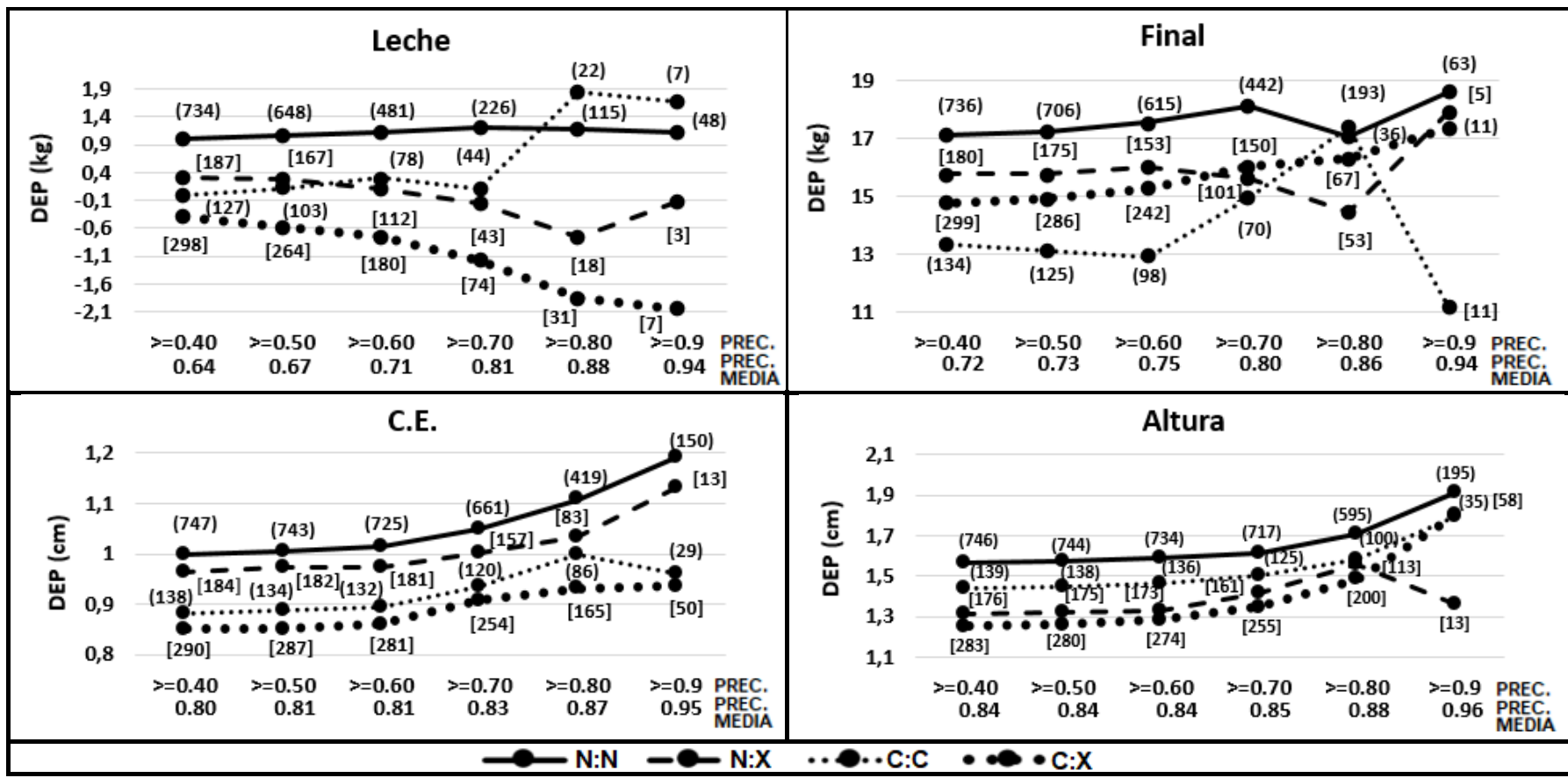


Figura 9. Valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de largo de gestación (*Gest.*), peso al nacer (*Nacer*), peso al destete (*Dest.*), aptitud lechera (*Leche*), peso final (*Final*), circunferencia escrotal (*C.E.*), y altura (*Altura*) para toros de diferente linaje, a medida que varían los niveles de precisión (PREC). N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, N:X toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, C:X toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada. El número de toros que aportaron información para DEPs y PRECs en linajes N:N y C:C se indica entre paréntesis, y en linajes N:X y C:X entre corchetes.

3. 2. 3. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne

La primera partición fue en un valor de 0,05 mm de *E.G.D.* cuando se confeccionó un árbol de clasificación que toma solo caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne como variables independientes, teniendo en cuenta el factor linaje como variable dependiente (Figura 10). Hacia la derecha se observó una alta proporción de toros N:N respecto de los demás linajes. Hacia la izquierda, las proporciones de N:N y N:X disminuyen respecto del lado derecho, aumentando las correspondientes a C:C y C:X. Aparecen en este sector algunos nodos terminales de pureza dominante C:X (Identificados con círculos en la Figura 10).

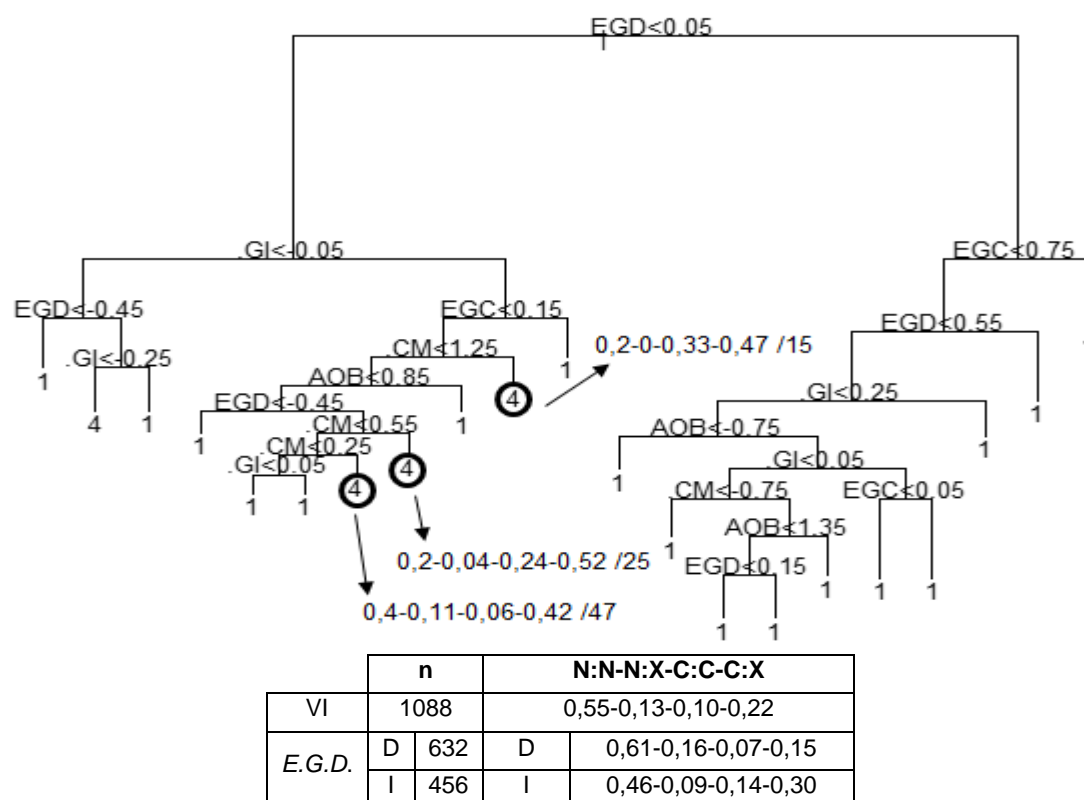


Figura 10. Árbol de clasificación según factor linaje (variable dependiente), teniendo en cuenta solo DEP de eficiencia reproductiva y crecimiento (variables independientes). 1= toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), 2= toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), 3= toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), 4= toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X). *E.G.D.*= DEP de espesor de grasa dorsal, *E.G.C.*= DEP de espesor de grasa de la cadera, *A.O.B.*= DEP de área de ojo de bife, % *G.I.*= DEP de porcentaje de grasa intramuscular, % *C.M.*= DEP de porcentaje de cortes minoristas. Las circunferencias señalan nodos terminales relevantes; debajo de cada nodo se indica las proporciones de N:N-N:X-C:C-C:X / cantidad de toros que integran el nodo. En la tabla, n= total de toros analizados, N:N-N:X-C:C-C:X= proporciones de los diferentes linajes que componen n, VI= primera variable independiente que particiona, D= n hacia la derecha de VI, I= n hacia la izquierda de VI.

De retirar *E.G.D.* del árbol de clasificación anterior (Figura 10), confeccionar un nuevo árbol con las restantes variables, y repetir sucesivamente tales procedimientos, se encontró que el ordenamiento en cuanto a variabilidad fue, espesor de grasa dorsal en primer lugar, espesor de grasa de cadera luego, posteriormente porcentaje de cortes minoristas, y por último porcentaje de grasa intramuscular.

Al comparar los valores medios de DEPs de caracteres vinculados a rendimiento y calidad de carne (Tabla 8, Figura 11), se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en valores medios de *E.G.D.*, *E.G.C.*, y de *%C.M.* En los tres casos, las diferencias se dieron entre los toros colorados y los toros negros, independientemente del linaje; presentando las progenies de los toros colorados, en promedio, menores espesores de grasa dorsal y de grasa de cadera, y mayor porcentaje de cortes minoristas.

Posteriormente, cuando solo se comparó entre DEPs cuyas PRECs fueron mayores o iguales al 85%, únicamente se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre los toros C:X respecto de los N:N y N:X en valores medios de *E.G.C.* (Tabla 9, Figura 12). Ocurre también aquí con *E.G.D.*, que a pesar de ser declaradas diferencias en el análisis global, ésta no surge en los análisis de a pares, lo cual nuevamente hace sospechar que aspectos relacionados al test de Tukey-Kramer podrían estar involucrados en esto. Por lo tanto, de aquí surge que la progenie de toros C:X., en promedio, presentaría menores espesores de grasa de cadera que la progenie de los N:N y N:X.

La gráfica de valores medios de DEPs a lo largo una serie de valores incrementales de PRECs, mostró de forma muy clara las diferencias arrojadas por los análisis de varianzas entre los toros N:N y N:X respecto a toros C:C y C:X (Figura 13). Además, se observó que algunos valores medios de DEPs se comportaron de manera errática en los valores de PRECs más altos respecto de los valores medios ubicados en PRECs intermedias y bajas.

Tabla 8. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, de acuerdo al color de capa propio de los toros y del linaje del que provengan

DEP	N:N	N:X	C:C	C:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
E.G.D. (mm)	0,22a \pm 0,018 (603)	0,26a \pm 0,037 (143)	0,02b \pm 0,043 (110)	0,02b \pm 0,029 (237)	1,2x10 ⁻¹¹	***
E.G.C. (mm)	0,30a \pm 0,024 (603)	0,31a \pm 0,05 (143)	0,09b \pm 0,057 (110)	0,02b \pm 0,039 (237)	1,1x10 ⁻⁰⁹	***
A.O.B. (cm ²)	0,36a \pm 0,077 (607)	0,38a \pm 0,158 (144)	0,48a \pm 0,181 (110)	0,27a \pm 0,123 (237)	0,81	n/s
%G.I. (%)	0,01a \pm 0,005 (624)	0,03a \pm 0,01 (150)	0,01a \pm 0,012 (114)	0,02a \pm 0,008 (240)	0,23	n/s
%C.M. (kg)	-0,25a \pm 0,031 (602)	-0,24a \pm 0,063 (143)	0,09b \pm 0,072 (110)	0,12b \pm 0,049 (237)	2,7x10 ⁻¹¹	***

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios de los linajes. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, N:X toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, C:X toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada

Tabla 9. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento que superaron o igualaron el 85% de precisión, de acuerdo al color de capa propio de los toros y del linaje del que provengan

DEP	N:N	N:X	C:C	C:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
E.G.D. (mm)	0,20a \pm 0,027 (201)	0,25a \pm 0,056 (46)	0,07a \pm 0,063 (36)	0,08a \pm 0,045 (71)	0,02	*
E.G.C. (mm)	0,28a \pm 0,034 (219)	0,28a \pm 0,069 (52)	0,18ab \pm 0,078 (41)	0,04b \pm 0,056 (79)	0,003	***
A.O.B. (cm ²)	0,25a \pm 0,115 (198)	0,40a \pm 0,242 (45)	0,29a \pm 0,27 (36)	0,17a \pm 0,199 (66)	0,91	n/s
%G.I. (%)	0,01a \pm 0,01 (201)	0,05a \pm 0,02 (48)	0,01a \pm 0,023 (37)	0,04a \pm 0,016 (71)	0,11	n/s
%C.M. (kg)	-0,18a \pm 0,055 (197)	-0,14a \pm 0,115 (45)	-0,01a \pm 0,129 (36)	0,04a \pm 0,095 (66)	0,19	n/s

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios de los linajes. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, N:X toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, C:X toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada

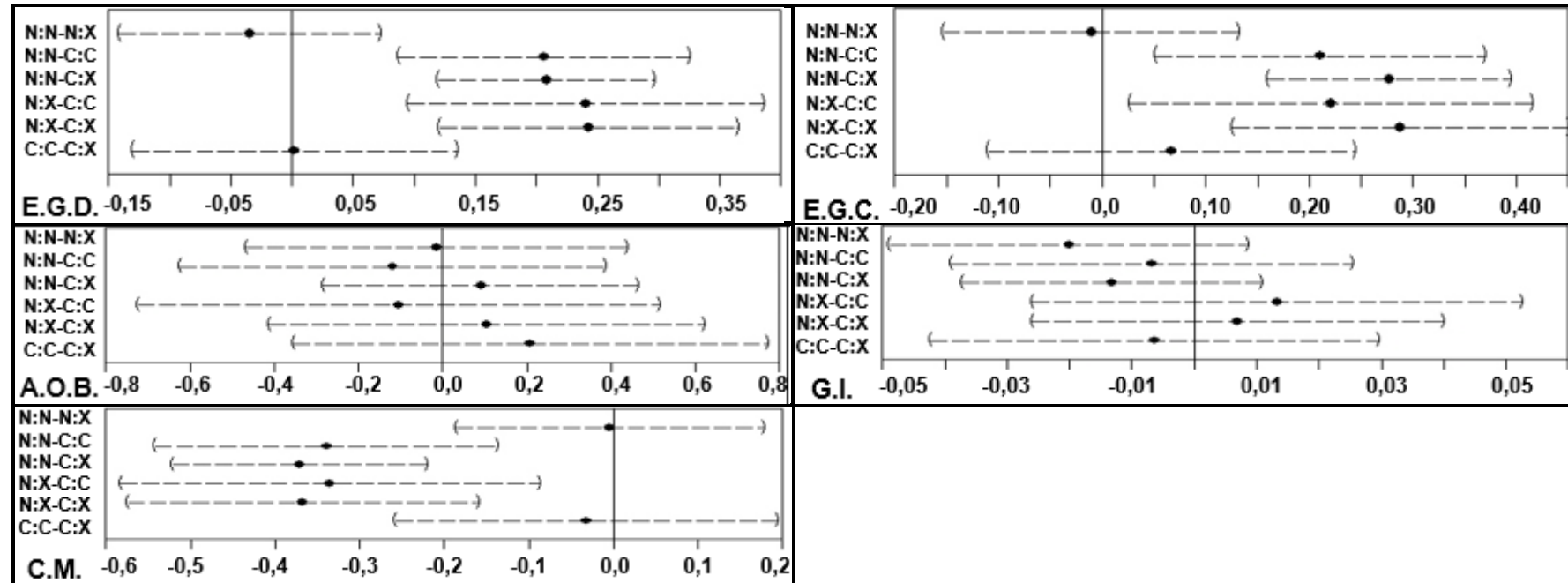


Figura 11. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X), respecto a valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de espesor de grasa dorsal (*E.G.D.*), espesor de grasa de cadera (*E.G.C.*), área de ojo de bife (*A.O.B.*), porcentaje de grasa intramuscular (*%G.I.*) y porcentaje de cortes minoristas (*% C.M.*). Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linajes.

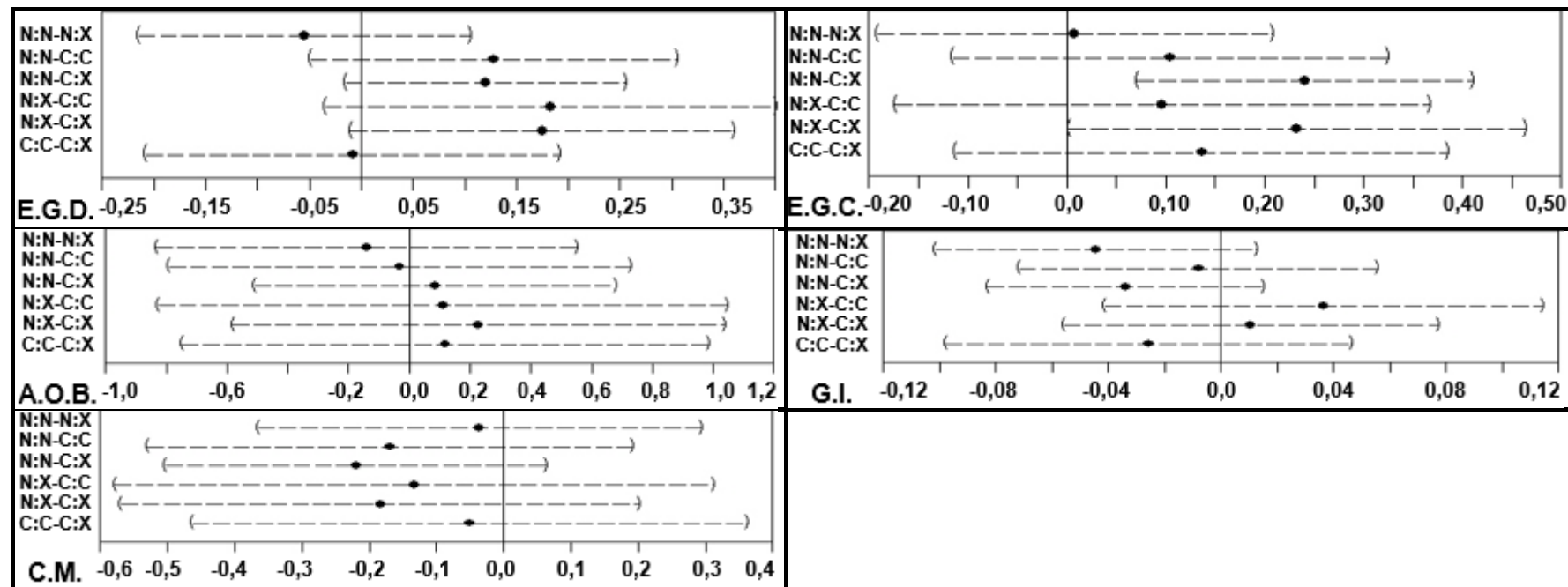
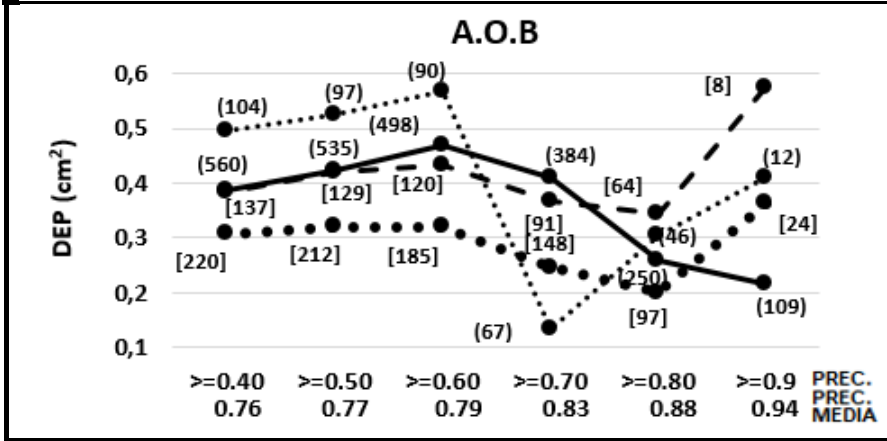
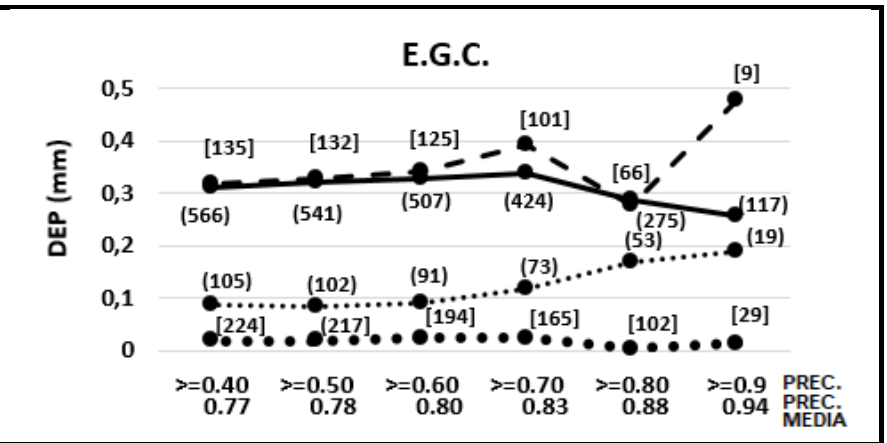
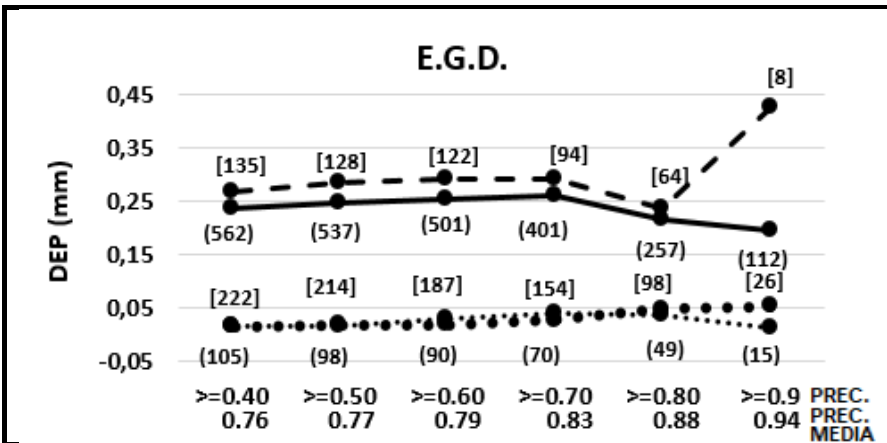


Figura 12 Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (N:X), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X), respecto a valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de espesor de grasa dorsal (*E.G.D.*), espesor de grasa de cadera (*E.G.C.*), área de ojo de bife (*A.O.B.*), porcentaje de grasa intramuscular (*%G.I.*) y porcentaje de cortes minoristas (*% C.M.*) utilizando en la comparación únicamente aquellos DEPs cuyas precisiones son mayores o iguales al 85%. Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linaje.



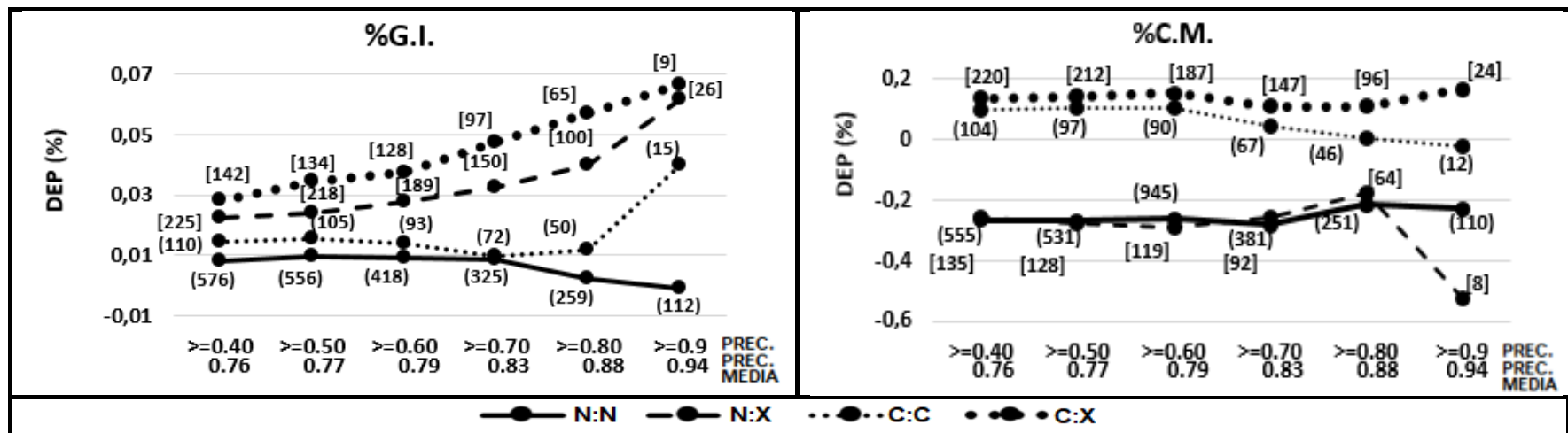


Figura 13. Valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de espesor de grasa dorsal (*E.G.D.*), espesor de grasa de cadera (*E.G.C.*), área de ojo de bife (*A.O.B.*), porcentaje de grasa intramuscular (%*G.I.*) y porcentaje de cortes minoristas (% *C.M.*) para toros de diferente linaje, a medida que varían los niveles de precisión (PREC). N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, N:X toros negros provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, C:X toros colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada. El número de toros que aportaron información para DEPs y PREC en linajes N:N y C:C se indica entre paréntesis, y en linajes N:X y C:X entre corchetes.

3. 3. Linajes Uniformes (N:N vs. C:C)

3. 3. 1. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento

Cuando se comparó únicamente entre valores medios de DEPs de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento de toros N:N y C:C (Tabla 10), se encontraron algunas diferencias significativas ($P < 0,05$) que no fueron detectadas previamente cuando se comparó entre toros según el factor linaje (Tabla 6); las mismas se dieron en *Dest.*, *Final*, y *C.E.*, indicando así que la progenie de toros N:N, es en promedio más pesada al nacer y a los 18 meses de edad que la progenie de toros C:C; además, es mayor el tamaño testicular de los mismos.

Tabla 10. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, según sean toros de linaje negro o toros de linaje colorado

DEP	N:N	C:C	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,38 \pm 0,039 (673)	-0,26 \pm 0,089 (128)	0,22	n/s
Nacer (kg)	0,16 \pm 0,029 (794)	-0,26 \pm 0,068 (148)	1,06x10 ⁻⁰⁸	***
Dest. (kg)	5,68 \pm 0,185 (793)	4,68 \pm 0,429 (147)	0,03	*
Leche (kg)	0,98 \pm 0,106 (793)	0,17 \pm 0,246 (147)	0,002	***
Final (kg)	16,97 \pm 0,55 (754)	13,58 \pm 1,282 (139)	0,02	*
C.E. (cm)	0,99 \pm 0,019 (755)	0,87 \pm 0,045 (141)	0,01	*
Altura (cm)	1,55 \pm 0,037 (755)	1,44 \pm 0,086 (139)	0,23	n/s

N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada

Luego, cuando se comparó únicamente entre aquellos DEPs cuyas PRECs fueron mayores o iguales al 85% (Tabla 11), no se encontraron diferencias respecto a los resultados hallados en la comparación de valores medios de DEP según linaje (Tabla 7).

Tabla 11. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento que superaron o igualaron el 85%, según sean toros de linaje negro o toros de linaje colorado

DEP	N:N	C:C	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,68 \pm 0,086 (159)	-0,6 \pm 0,232 (22)	0,74	n/s
Nacer (kg)	0,15 \pm 0,036 (539)	-0,33 \pm 0,082 (104)	1,16x10 ⁻⁰⁷	***
Dest. (kg)	5,7 \pm 0,272 (351)	5,5 \pm 0,609 (70)	0,76	n/s
Leche (kg)	1,24 \pm 0,371 (90)	1,7 \pm 1,174 (9)	0,710	n/s
Final (kg)	16,58 \pm 0,991 (130)	16,4 \pm 2,662 (18)	0,95	n/s
C.E. (cm)	1,11 \pm 0,029 (297)	1,02 \pm 0,067 (56)	0,18	n/s
Altura (cm)	1,76 \pm 0,042 (484)	1,64 \pm 0,101 (82)	0,30	n/s

N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada

3. 3. 2. *DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne*

Al comparar solo entre valores medios de DEPs de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne de toros N:N y C:C (Tabla 12), no se encontraron diferencias en los resultados respecto a la comparación previa según el factor Linaje (Tabla 8).

Tabla 12. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne, según sean toros de linaje negro o toros de linaje colorado

DEP	N:N	C:C	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
E.G.D. (mm)	0,22 \pm0,019 (603)	0,02 \pm0,045 (110)	3,42x10 ⁻⁰⁵	***
E.G.C. (mm)	0,3 \pm0,026 (603)	0,09 \pm0,061 (110)	0,002	***
A.O.B. (cm ²)	0,36 \pm0,079 (607)	0,48 \pm0,186 (110)	0,56	n/s
%G.I. (%)	0,01 \pm0,005 (624)	0,01 \pm0,011 (114)	0,58	n/s
%C.M. (kg)	-0,25 \pm0,032 (602)	0,09 \pm0,074 (110)	2,68x10 ⁻⁰⁵	***

N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada

Posteriormente, al comparar únicamente entre valores medios de DEPs cuyas PRECs fueron mayores o iguales al 85% (Tabla 13), tampoco se encontraron diferencias con respecto al análisis previo según linaje (Tabla 9).

Tabla 13. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne que superaron o igualaron el 85%, según sean toros de linaje negro o toros de linaje colorado

DEP	N:N	C:C	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
E.G.D. (mm)	0,2 \pm0,028 (201)	0,07 \pm0,066 (36)	0,08	n/s
E.G.C. (mm)	0,28 \pm0,035 (219)	0,18 \pm0,081 (41)	0,236	n/s
A.O.B. (cm ²)	0,25 \pm0,105 (198)	0,29 \pm0,247 (36)	0,90	n/s
%G.I. (%)	0,01 \pm0,01 (201)	0,01 \pm0,023 (37)	0,75	n/s
%C.M. (kg)	-0,18 \pm0,053 (197)	-0,01 \pm0,125 (36)	0,21	n/s

N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada

3. 4. Linaje Uniforme (N:N y C:C) vs. Linaje Combinado (_:X)

3. 4. 1. DEPs de caracteres relacionados a Eficiencia Reproductiva y Crecimiento

Al comparar entre valores medios de DEPs de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento de toros N:N, C:C, y _:X, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en valores medios de *Nacer*, *Leche*, *C.E.*, y *Altura*, y diferencias significativas ($P < 0,05$) en *Gest.* (Tabla 14, Figura 14). En cuanto al peso al nacer, estos resultados indicaron que la progenie de toros N:N presenta los mayores pesos al nacer, le sigue la progenie de toros _:X, y por último, los valores más bajos para esta característica, pertenecen a la progenie de toros C:C. Además, pudimos ver que los toros N:N, con respecto a los _:X, poseen mayor aptitud lechera, mayor circunferencia escrotal, mayor altura, y menores largos de gestación. Claramente, las diferencias en los valores medios de DEPs se dan principalmente entre los toros negros provenientes de linaje con color de capa únicamente negra hasta la quinta generación ascendente, y los toros provenientes de linaje combinado hasta la quinta generación ascendente.

Tabla 14. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, según sean los toros de linaje negro, linaje colorado, o linaje combinado

DEP	N:N	C:C	_:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,38a \pm 0,038 (673)	-0,26ab \pm 0,086 (128)	-0,21b \pm 0,047 (440)	0,02	*
Nacer (kg)	0,16a \pm 0,031 (794)	-0,26b \pm 0,071 (148)	-0,07c \pm 0,038 (518)	$7,9 \times 10^{-10}$	***
Dest. (kg)	5,68a \pm 0,189 (793)	4,68b \pm 0,438 (147)	5,06ab \pm 0,234 (516)	0,03	*
Leche (kg)	0,98a \pm 0,107 (793)	0,17b \pm 0,249 (147)	-0,1b \pm 0,133 (516)	1×10^{-9}	***
Final (kg)	16,97a \pm 0,559 (754)	13,58b \pm 1,302 (139)	15ab \pm 0,695 (488)	0,01	*
C.E. (cm)	0,99a \pm 0,02 (755)	0,87b \pm 0,046 (141)	0,89b \pm 0,025 (478)	0,001	***
Altura (cm)	1,55a \pm 0,038 (755)	1,44ab \pm 0,089 (139)	1,26b \pm 0,048 (464)	$1,67 \times 10^{-5}$	***

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, _:X toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada

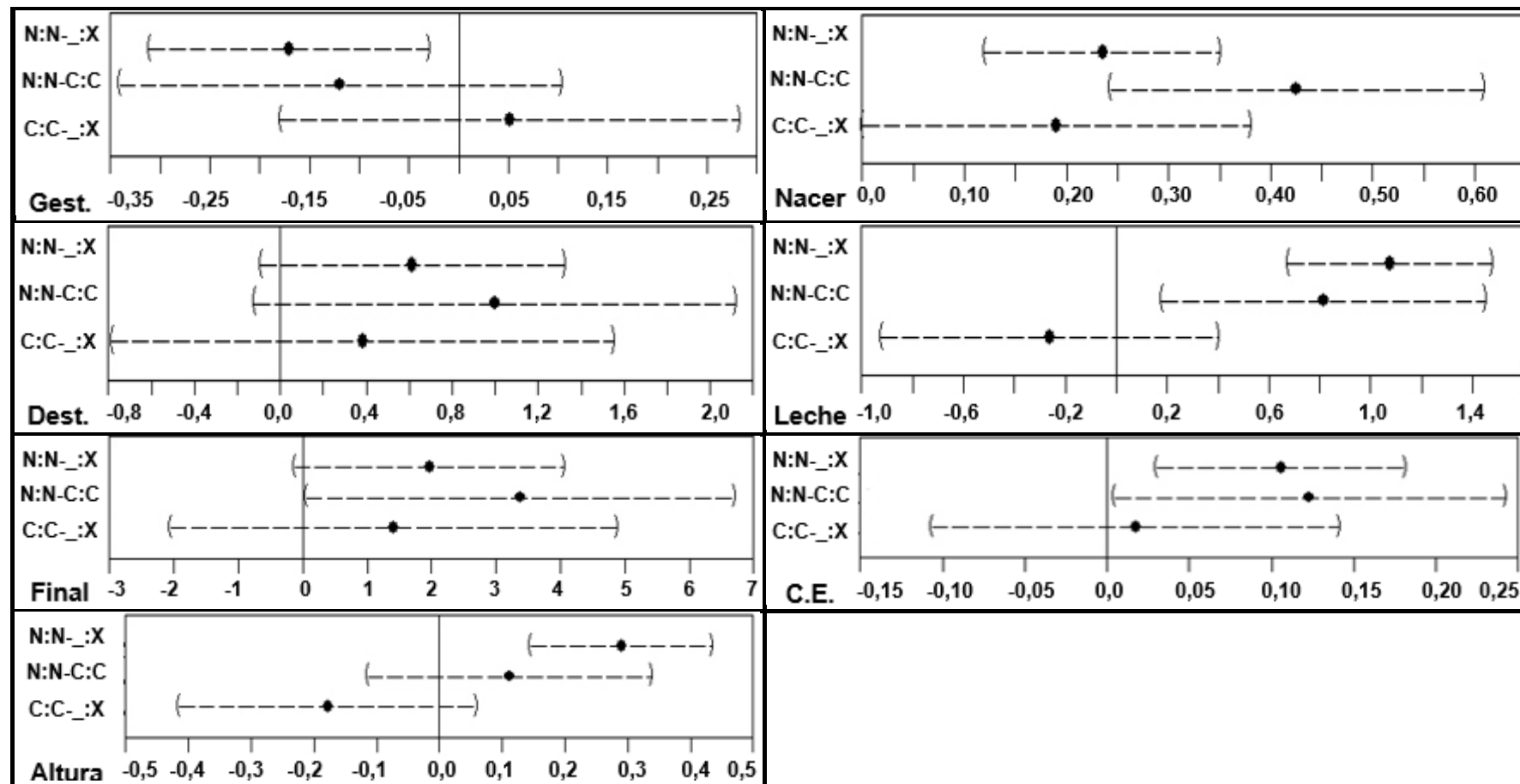


Figura 14. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), y toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (C:X), respecto a valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de largo de gestación (*Gest.*), peso al nacer (*Nacer*), peso al destete (*Dest.*), aptitud lechera (*Leche*), peso final (*Final*), circunferencia escrotal (*C.E.*), y altura (*Altura*). Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linajes.

Luego, al comparar únicamente entre aquellos valores medios de DEPs cuyas PRECs igualaron o superaron el 85%, se encontraron entre toros N:N y toros _:X diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en los valores medios de *Nacer*, y diferencias significativas ($P < 0,05$) en los valores medios de *Leche* (Tabla 15, Figura 18). La progenie de toros negros provenientes de linaje con color de capa únicamente negra hasta la quinta generación ascendente, es más pesada al nacer y sus hijas heredarían la mayor aptitud lechera con respecto a la progenie de toros _:X.

Tabla 15. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento que superaron o igualaron el 85%, según sean los toros de linaje negro, linaje colorado, o linaje combinado

DEP	N:N	C:C	_:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
Gest. (días)	-0,68a \pm 0,086 (159)	-0,6a \pm 0,23 (22)	-0,31a \pm 0,153 (50)	0,10	n/s
Nacer (kg)	0,15a \pm 0,039 (539)	-0,33b \pm 0,089 (104)	-0,11b \pm 0,05 (330)	$5,6 \times 10^{-8}$	***
Dest. (kg)	5,7a \pm 0,284 (351)	5,5a \pm 0,637 (70)	5,11a \pm 0,371 (206)	0,46	n/s
Leche (kg)	1,24a \pm 0,04 (90)	1,7ab \pm 1,266 (9)	-1,26b \pm 0,76 (25)	0,01	*
Final (kg)	16,58a \pm 1,006 (130)	16,4a \pm 2,705 (18)	15,82a \pm 1,481 (60)	0,91	n/s
C.E. (cm)	1,11a \pm 0,031 (297)	1,02a \pm 0,07 (56)	1,02a \pm 0,04 (174)	0,105	n/s
Altura (cm)	1,76a \pm 0,043 (484)	1,64a \pm 0,104 (82)	1,62a \pm 0,06 (242)	0,16	n/s

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de Linaje con color de capa colorada, _:X toros negros y colorados provenientes de Linaje con color de capa tanto negra como colorada

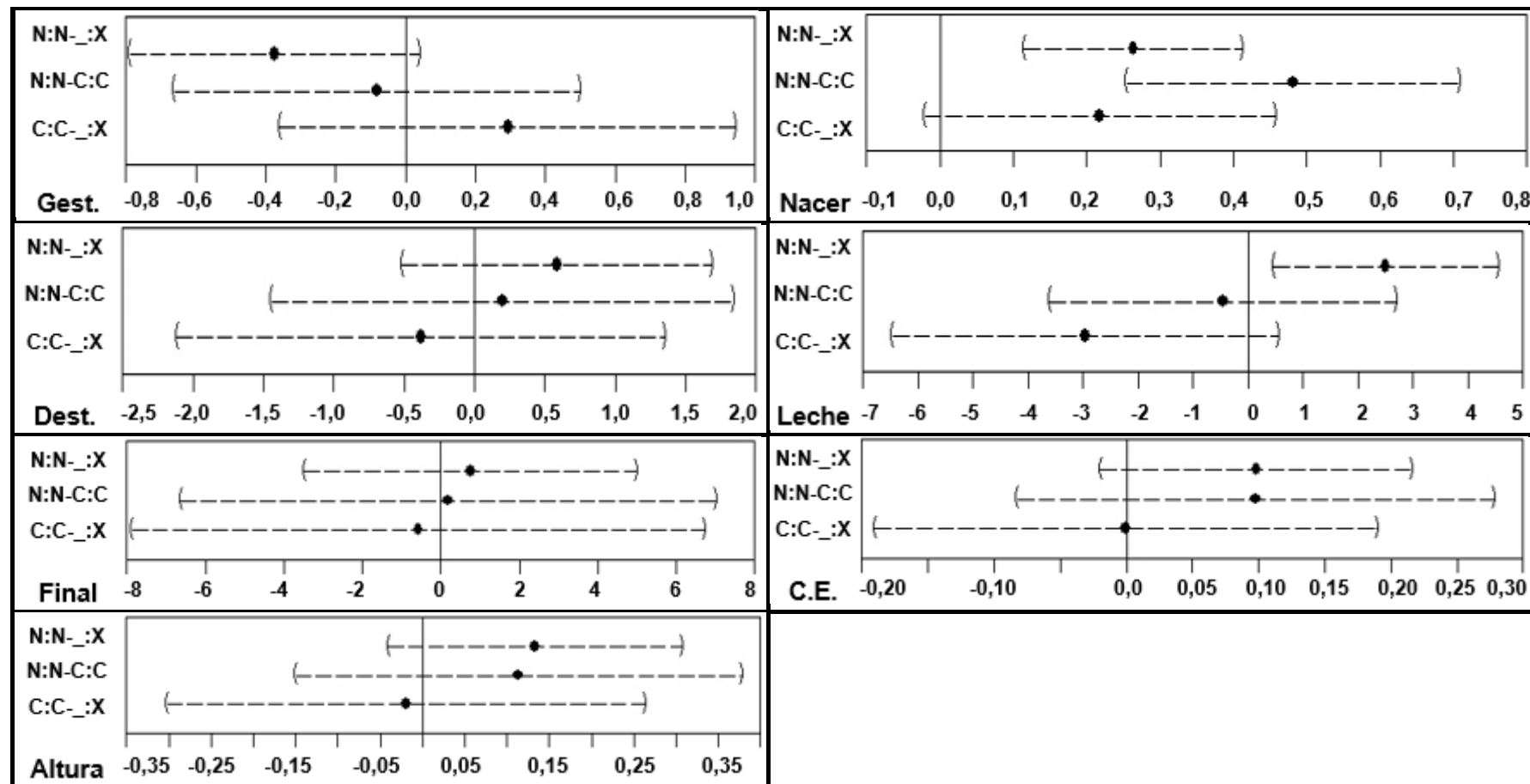


Figura 18. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), y toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (_:X), respecto a valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEP) de largo de gestación (*Gest.*), peso al nacer (*Nacer*), peso al destete (*Dest.*), aptitud lechera (*Leche*), peso final (*Final*), circunferencia escrotal (*C.E.*), y altura (*Altura*); utilizando en la comparación únicamente aquellos DEPs cuyas precisiones son mayores o iguales al 85%. Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linaje.

3. 4. 2. DEPs de caracteres relacionados a Rendimiento y Calidad de Carne

Al comparar entre los valores medios de DEPs de caracteres vinculados a Rendimiento y Calidad de Carne de toros N:N, C:C, y _:X (Tabla 16, Figura 19) se encontraron entre los toros N:N y los _:X, diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en valores medios de DEP de *E.G.D.*, de *E.G.C.*, y de *%C.M.* Los toros _:X transmiten menores espesores de grasa dorsal y grasa de cadera con respecto a los toros N:N, y a su vez presentan mayores porcentajes de cortes minoristas.

Tabla 16. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne, según sean los toros de linaje negro, linaje colorado, o linaje combinado

DEP	N:N	C:C	_:X	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
<i>E.G.D.</i> (mm)	0,22a \pm 0,018 (603)	0,02b \pm 0,043 (110)	0,11b \pm 0,023 (380)	9,12x10 ⁻⁷	***
<i>E.G.C.</i> (mm)	0,3a \pm 0,024 (603)	0,09b \pm 0,057 (110)	0,13b \pm 0,031 (380)	6,14x10 ⁻⁶	***
<i>A.O.B.</i> (cm ²)	0,36a \pm 0,077 (607)	0,48a \pm 0,181 (110)	0,31a \pm 0,097 (206)	0,71	n/s
<i>%G.I.</i> (%)	0,01a \pm 0,005 (624)	0,01a \pm 0,012 (114)	0,02a \pm 0,006 (390)	0,14	n/s
<i>%C.M.</i> (%)	-0,25a \pm 0,031 (602)	0,09b \pm 0,073 (110)	-0,01b \pm 0,039 (380)	1,39x10 ⁻⁷	***

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios. N:N toros negros provenientes de linaje con color de capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, _:X toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada

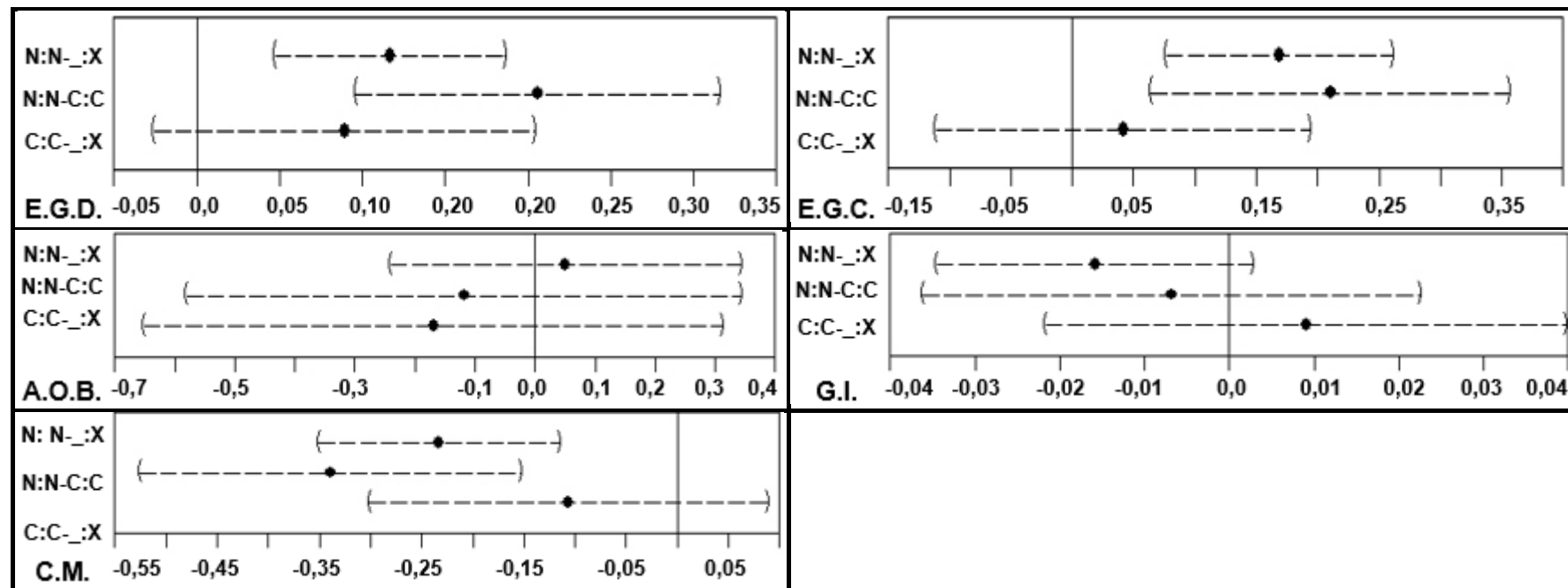


Figura 19. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (_:X), respecto a valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de espesor de grasa dorsal (*E.G.D.*), espesor de grasa de cadera (*E.G.C.*), área de ojo de bife (*A.O.B.*), porcentaje de grasa intramuscular (%*G.I.*) y porcentaje de cortes minoristas (% *C.M.*). Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linajes.

Posteriormente, al comparar únicamente entre aquellos DEPs cuyas PRECs fueron mayores o iguales al 85% (Tabla 17, Figura 20), se reafirmó únicamente la diferencia en los valores medios *E.G.C.* ($P < 0,05$) y se vio una tendencia a la existencia de diferencias en *%G.I.* Claramente los toros $_ :X$ transmiten la genética para espesores de grasa de cadera más bajos con respecto a los toros N:N.

Tabla 17. Comparación de valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne que superaron o igualaron el 85%, según sean los toros de linaje negro, linaje colorado, o linaje combinado

DEP	N:N	C:C	$_ :X$	P	
	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)	Media \pm ES (n)		
<i>E.G.D.</i> (mm)	0,2a \pm 0,027 (201)	0,07a \pm 0,063 (36)	0,15a \pm 0,035 (117)	0,14	n/s
<i>E.G.C.</i> (mm)	0,28a \pm 0,034 (219)	0,18ab \pm 0,079 (41)	0,14b \pm 0,044 (131)	0,03	*
<i>A.O.B.</i> (cm ²)	0,25a \pm 0,115 (198)	0,29a \pm 0,27 (36)	0,26a \pm 0,154 (111)	0,99	n/s
<i>%G.I.</i> (%)	0,01a \pm 0,01 (201)	0,01a \pm 0,023 (37)	0,04a \pm 0,013 (119)	0,06	n/s
<i>%C.M.</i> (kg)	-0,18a \pm 0,055 (197)	-0,01a \pm 0,129 (36)	-0,04a \pm 0,073 (111)	0,20	n/s

Letras diferentes indican significancia en las diferencias de los valores medios. N:N toros negros provenientes de linaje con color de Capa negra, C:C toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada, $_ :X$ toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada

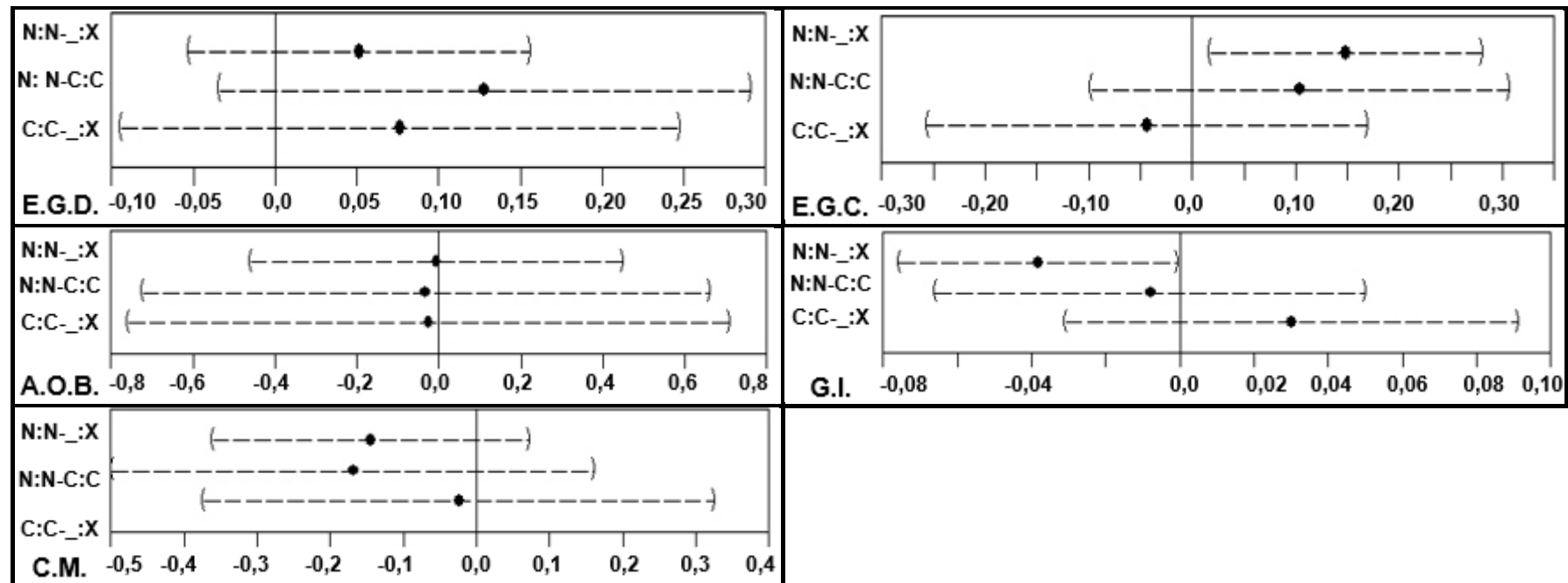


Figura 20. Test de Tukey-Kramer para identificar diferencias entre toros negros provenientes de linaje con color de capa negra (N:N), toros colorados provenientes de linaje con color de capa colorada (C:C), y toros negros y colorados provenientes de linaje con color de capa tanto negra como colorada (.:X), respecto a valores medios de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) de espesor de grasa dorsal (*E.G.D.*), espesor de grasa de cadera (*E.G.C.*), área de ojo de bife (*A.O.B.*), porcentaje de grasa intramuscular (*%G.I.*), y porcentaje de cortes minoristas (*% C.M.*); utilizando en la comparación únicamente aquellos DEPs cuyas precisiones son mayores o iguales al 85%. Intervalos de confianza del 95%. Intervalos que excluyen al 0, indican significancias en las diferencias entre linaje.

4. Discusión

En cuanto a los caracteres relacionados a eficiencia reproductiva y crecimiento, podemos decir que lo enunciado en la primera hipótesis se cumple, ya que, en principio, se vio que los toros negros, en promedio, transmitirían los mayores pesos al nacer a su descendencia cuando se los compara con los que transmitirían los toros colorados (tablas 2 y 3). Particularmente son los toros negros provenientes de antecesores negros hasta la quinta generación quienes explican esto, dado que sus valores medios de *Nacer* son los que se diferencian de los expresados por los toros de los demás linajes (tablas 6 y 7). Además, lo que ocurre con la genética para transmitir aptitud lechera a las hembras, también aporta evidencia que ratifica esta hipótesis, dado que los toros negros transmitirían en promedio a sus hijas los valores más altos con respecto a los colorados (tabla 2), coincidiendo de esta manera, con los resultados reportados por Cariac (2009), quien encontró el mismo comportamiento al comparar valores de DEPs con PRECs superiores al 70%. Es notable que a pesar del fuerte contraste que visualmente se percibe entre los valores medios de toros negros y colorados al comparar en este trabajo únicamente entre DEPs que igualaron o superaron el 85% de PREC (N:_ = 1,04 kg y C:_ = -0,43 kg), estadísticamente no se detecten diferencias entre los mismos. Por otro lado, para este mismo nivel de comparación según PREC, posteriormente encontramos que los toros negros provenientes de antecesores negros hasta la quinta generación, contrastan estadísticamente con los toros colorados descendientes de genealogías que poseen entre sus antecesores individuos negros y colorados, siendo los primeros, en promedio, portadores de los valores más altos para transmitir esta característica (tabla 7).

La primera hipótesis también alude a diferencias en caracteres relacionados a rendimiento y calidad de carne para las cuales también se confirmó lo enunciado. Prueba de esto fue que, en promedio, los toros colorados mostraron ser más magros que los negros al manifestar que poseen el potencial para transmitir a sus progenies el menor espesor de grasa dorsal, menor espesor de grasa de la cadera y los mayores porcentajes de cortes minoristas (Tablas 4 y 5). Estos resultados concuerdan con los reportados por Rodríguez Iglesias et. al. (2009), quienes en su trabajo desarrollaron una metodología similar a la que se empleó aquí. Si observamos en profundidad, aprovechando el detalle que nuestra comparación según linaje nos ofrece, podemos decir que el resultado antes descrito en cuanto a espesor de grasa de cadera, es explicado por la diferencia que existe entre los toros negros provenientes de antecesores negros hasta la quinta generación ascendiente

y los colorados provenientes de antecesores tanto negros como colorados (tabla 9). Por otro lado, una diferencia que existió con respecto al trabajo desarrollado por Rodríguez Iglesias et al. (2009), se dio en los resultados de A.O.B, dado que, mientras ellos reportaron evidencia que indica que los toros colorados presentan mayor área de ojo de bife que los negros, nuestros resultados no reafirman tal evidencia (tablas 4 y 5); lo cual, por un lado, quizás se deba a la baja significancia estadística con la que la misma fue reportada en aquel trabajo por Rodríguez Iglesias et al. (2009) ($P = 0,06$), sumado a que, entre la edición del resumen de padres Angus del año 2007 que ellos utilizaron como fuente de información y la del año 2016 utilizada aquí, se produjo un estrechamiento en la diferencia que separa los valores medios de A.O.B. entre toros negros y colorados, aumentando los valores medios de los primeros y decreciendo los de segundos (tabla 18).

Tabla 18. Cambio en los valores medios de diferencia esperada en la progenie (DEP) de área de ojo de bife de toros de color de capa negra y colorada, entre las ediciones de los años 2007 y 2016 de los Resúmenes de Padres Angus argentinos.

	A.O.B. (cm²)	
	N: _ Media ±ES (n)	C: _ Media ±ES (n)
R. P. Angus 2007	0,17 ±0,097 (478)	0,46 ±0,166 (280)
R. P. Angus 2016	0,37 ±0,069 (751)	0,34 ±0,102 (347)

A.O.B.: área de ojo de bife, N: _= toros de color de capa negra; C: _= toros de color de capa colorada, Media= valor medio, ES= error estándar, n= número de toros.

También, se verificó que existen diferencias genéticas entre los DEPs de los toros provenientes de genealogías uniformes y genealogías combinadas, convalidándose de esta manera lo afirmado en la segunda hipótesis. Las evidencias estadísticas que sostienen tal afirmación, indican que los valores promedios de pesos al nacer transmitidos por los toros negros o colorados provenientes de genealogías combinadas, se ubicarían en una posición intermedia respecto del extremo de pesos al nacer más altos que heredaría la descendencia de toros negros provenientes de genealogías uniformemente negra, y los pesos al nacer más bajos que recibirían los hijos de los colorados provenientes de genealogías uniformemente colorada (tabla 14). Posteriormente, en los niveles de PREC más altos, la diferencia se reafirma entre los toros negros o colorados provenientes de genealogías combinadas y los toros negros provenientes de genealogías uniformemente negra (tabla

14). Además, en lo que a transmisión de aptitud lechera a hembras respecta, las hijas de toros negros provenientes de genealogías uniformemente negras, heredarían en promedio el mérito genético más alto con respecto a las hijas de toros negros o colorados provenientes de genealogías combinadas (tablas 14 y 15). También se vio que los espesores de grasa de cadera que transmitirían, en promedio, los toros negros que descienden de genealogías uniformemente negras, duplicarían a los transmitidos por toros negros y colorados provenientes de genealogías combinadas (tablas 16 y 17).

Asimismo, la tercera hipótesis fue corroborada por los gráficos de tendencia de valores medios de DEPs en función del incremento de la PREC (figuras 3, 4, 9 y 13). Podemos diferenciar dos tipos de casos en los que valores medios de DEPs se hacen extremos a medida que se incrementa la PREC; el primero es aquel donde la variación en las pendientes de las curvas que representan a los toros se da de manera gradual a medida que se avanza hacia las PREC más altas; esto se da en las curvas que representan a toros negros en gráficos de valores medios de *Gest.*, *C.E.* y *Altura* (figura 3), y en las curvas que representan a toros N:N, N:X, y C:X con respecto a *C.E.* (figura 9). La principal causa a la que se atribuye este tipo de variación, se vincularía a posibles cambios ocurridos en las tendencias genética de los Angus argentinos a lo largo de los años, como por ejemplo, el ocurrido a principios de los años '90 cuando se comienza a dejar atrás el denominado **New type** de gran tamaño y grandes masas musculares, para retornar hacia un animal de tamaño más intermedio (Champredonde et al., 2000). Relacionándose de forma directa los valores más extremos y la genética de animales más antiguos; ya que, si consideramos que la información que la cantidad de progenie de cada toro aporta como factor clave para alcanzar las PREC más altas, mayores chances de dejar más crías se consiguen a medida que los reproductores se hacen más viejos; de hecho, es posible encontrar en la publicación del resumen de padres Angus 2016, reproductores de hasta treinta años de edad, vigentes hasta ese momento (Asociación Argentina de Aberdeen Angus, 2016). El segundo caso es aquel donde la variación en las pendientes de las curvas se da de manera repentina, por ejemplo, en curva que representa a toros colorados en gráficos valores medios de *Gest.* (figura 3), curvas que representan a toros N:X, C:X, y C:C en gráfico de valores medios de *Gest.*, la que representa a toros C:C en gráficos de valores medios de *Leche* y *Final* (figura 9), y en la que representa a toros N:X en valores medios de *E.G.D.*, *E.G.C.*, y *%C.M.* (figura 13). En este caso, tales comportamientos podrían deberse a la presencia de valores atípicos.

Debemos remarcar que, más allá de haber hecho el mayor hincapié en aquellos resultados que mostraron al mismo tiempo significancia en las diferencias al comparar entre todos los DEPs y únicamente entre aquellos DEPs cuyas PREC igualaron o superaron al 85%, es posible encontrar en la sección resultados muchos casos no discutidos en que se reportan diferencias entre DEPs, que luego no se consolidan al comparar únicamente entre aquellos DEPs que igualan o superan el 85% de PREC. La decisión de proceder de esta manera, encuentra explicación en la intención de reducir las chances de discutir resultados que pudiesen venir de información con mayor inexactitud (como podría suceder si se compararan todos los DEPs) ya que, si bien allí igualmente se incluyen a los DEPs con las más altas PRECs, también se incluyen tantos otros con muy bajas PRECs. Por otro lado, debemos ser conscientes de que si tomamos en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior acerca de la relación que existe entre los DEPs con PREC altas y la edad de los reproductores, se podrían estar sesgando los resultados al basarnos en gran medida a genética más antigua (aunque por otro lado, es cierto también que técnicas reproductivas como la inseminación artificial, permiten multiplicar y propagar inmensamente la genética de animales jóvenes en relativamente breves períodos de tiempo). Por último, es de considerar la mayor cantidad de diferencias en los diferentes DEPs de toros negros y colorados que se expusieron en los resultados encontrados en este trabajo para caracteres vinculados a eficiencia reproductiva y crecimiento, con respecto al trabajo desarrollado por Carriac (2009), lo cual podría estar vinculado, entre otras cosas, a la mayor cantidad de reproductores publicados en la edición del resumen de padres utilizado aquí como fuente de información (440 toros más, publicados en la edición 2016 respecto de la del resumen de padres Angus 2007); y/o a cambios producidos en la genética de los reproductores listados durante el transcurso de los 9 años de diferencia que separan a la edición de uno y otro resumen de padres Angus.

5. Conclusiones

- Los reproductores Angus machos argentinos colorados difieren genéticamente en las comparaciones globales respecto de los negros, al presentar períodos de gestación más extensos, menores pesos al nacer, al destete y final, así como menor aptitud lechera, circunferencia escrotal, altura, espesor de grasa dorsal y de grasa de cadera, y mayor porcentaje de cortes minoristas.
- En las comparaciones globales entre caracteres de eficiencia reproductiva y crecimiento, los reproductores Angus machos argentinos negros provenientes de genealogías con color de capa negra hasta la quinta generación ascendiente, se diferencian genéticamente de los reproductores Angus machos argentinos que poseen antecesores colorados en sus genealogías. En caracteres de rendimiento y calidad de carne, genealogías de reproductores Angus machos argentinos colorados demostraron ser más magros que genealogías de reproductores Angus machos argentinos negros.
- Reproductores Angus machos argentinos provenientes de genealogías combinadas difieren genéticamente, en las comparaciones globales, respecto de los reproductores negros y/o colorados provenientes de genealogías uniformes, dado que presentan períodos de gestación más extensos, peso al nacer intermedio, así como menores aptitud lechera, circunferencia escrotal, altura, espesor de grasa dorsal y de grasa de cadera, y mayor porcentaje de cortes minoristas.
- En comparaciones acotadas de acuerdo a niveles de precisión iguales o superiores al 85%, se reafirman las diferencias encontradas a nivel global en cuanto a peso al nacer, aptitud lechera que transmite un toro a sus hijas, circunferencia escrotal, espesor de grasa dorsal, espesor de grasa de cadera, porcentaje de cortes minoristas.
- Los valores promedios de diferencias esperadas en la progenie de reproductores machos Angus argentinos con las mayores precisiones poseen los valores más extremos.
- El análisis de las diferencias esperadas en la progenie de los reproductores machos de pedigrí listados en la edición del resumen de padres Angus del año 2016, evidenció que dentro de la población de toros Angus de pedigrí conviven subpoblaciones diferenciadas por el color de capa.

6. Bibliografía

- American Angus Association. (s.f.). *EPD Pedigree Search Page*
<https://www.angus.org/Animal/EpdPedSearch>
- Asociación Argentina de Aberdeen Angus. (2016). *26° Resumen de Padres*. 3-148
- A Associação Nacional de Criadores Herd-Book Collares. (s.f.). *Consulta Pública*.
<https://sistema.herdbook.org.br/publico/consulta-animal/>
- Asociación Rural del Uruguay. (s.f.). *Consulta de PEDiGREE*.
<https://www.aru.org.uy/rrgg/formulario.php>
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. y Stone, C.J. (1984). *Classification And Regression Trees*. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., Chapman and Hall. pp 13-66.
- Canadian Aberdeen Angus Association. (s.f.). *The Canadian Aberdeen Angus Association*. <http://www.cdnangus.ca/about-caa/history/>
- Cardellino, R., Rovira, J. (1987). *Mejoramiento Genético Animal*. Editorial Hemisferio Sur.233:234.
- Cariac, G. E. (2009). *Comparación de diferencias esperadas en la progenie (DEPs) asociadas a color de capa y origen reproductivo en padres Aberdeen Angus*. Trabajo de intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. 7-12
- Champredonde, M., Bustos Cara R., Hernandez, H. (2000). *Territorio y sociedad en la construcción de la genética. Un ejemplo en bovinos para carne*. Revista Universitaria de Geografía de la Universidad Nacional del Sur. 9: 7
- Clark, L.A., Pregibon, D. (1991). *Tree-Based Models*. 377-419 p. In Chambers, J.M., Hastie, T.J. *Statistical Models in S*. Taylor and Francis. 624 p.
- Comisión Juvenil "AnGus XXI". (s.f.). *La importancia de Angus en Argentina*.
<http://www.angus.org.ar/laRaza.php>
- Corva, P.M., Colavita, M.I., Legaz, G., Martínez, M. (2015). *Genealogical and molecular analysis of an Argentinean Angus seedstock herd*. Journal of Basic and Applied Genetics (Buenos Aires, Argentina). 26 (2).
- Olson, T. A. (1999). *Genetics of Colours Variation*. The Genetics of Cattle. 1: 33-53.

Red Angus Association of America. 2009. *The History of Red Angus*.

https://redangus.org/wpcontent/uploads/2018/02/Red_Angus_History_Brochure.pdf

Red Angus Society of Australia. (s.f.). *Red Angus in Australia*.

<https://www.redangus.org.au/australian-history/>

Rodríguez Iglesias, R.M., Carriac, G.E. y Pevsner, D.A. (2009). *Angus Argentino: ¿negro o colorado, o dos razas diferentes?* 32° Congreso Argentino de Producción Animal.

Resúmenes. Mendoza, Argentina, Oct. 20-21.

Sociedad Rural Argentina. (s.f.). *Pedigree*. <http://www.servicios.sra.org.ar/Webcriadores/>