



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final Presentado para Optar al Grado de Médico Veterinario

**Modalidad: Trabajo de Investigación**

*“Análisis de resultados en un ensayo a campo: aprendiendo de nuestros errores.”*

ALUMNO: SALEME LEILA SOFÍA D.N.I. 37490164

DIRECTOR: MACOR, LAURA

CODIRECTOR: BOCCO OSCAR

RIO CUARTO – CORDOBA

DICIEMBRE 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA  
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “Análisis de resultados en un ensayo a capo: aprendiendo de nuestros errores.”

Autor: SALEME LEILA SOFÍA

DNI: 37490164

Director: MACOR LAURA

Co-Director: BOCCO OSCAR

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

(Nombres)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## *Agradecimientos*

*A mi familia, por su apoyo incondicional.*

*A mi directora Laura Macor, por su dedicación y vocación para guiarme en este aprendizaje.*

*A mi co-director Oscar Bocco y mis evaluadores, por su tiempo y esfuerzo.*

*Al equipo de Cuatro Pilares por darme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto.*

*¡GRACIAS!*

## RESUMEN

La producción de carne en Argentina es afectada principalmente por su baja productividad. A este problema debe sumarse el bajo peso medio de faena, que en Argentina no supera los 350-380 kg promedio. La baja productividad no es consecuencia de la no disponibilidad de tecnologías, ya que estudios realizados muestran una brecha de adopción tecnológica global superior al 60% para la cría y del 54% para la invernada. Los cruzamientos son una estrategia que permite incrementar el tamaño y peso de los animales para faena, manteniendo el tamaño de los vientres, y en consecuencia los requerimientos del rodeo. Tanto las medidas de manejo como las herramientas genéticas son tecnologías de habilidad administrativa que no se contraponen, sino que pueden aumentar la eficiencia de las tecnologías de insumos (sanidad y nutrición) que implican incrementos en los costos. La selección animal mejora la producción a partir de la selección de individuos basada en el efecto aditivo de los genes, mientras que los cruzamientos potencian los efectos de dominancia y epistasis responsables del vigor híbrido o heterosis observado en los cruzamientos. Los cruzamientos per se no aumentan la productividad, el efecto del cruzamiento está relacionado al grado de selección de las líneas puras. El cruzamiento y la selección no son ideas contrapuestas, sino que se complementan para un mismo fin. Los datos utilizados en este proyecto corresponden a un ensayo a campo realizado por un productor que desea comparar ventajas y desventajas de los cruzamientos para aumentar el peso al destete de los terneros. Para esto se utilizaron hembras de raza Angus a las que se les realizaron dos inseminaciones artificiales con semen congelado de un toro de raza Hereford de origen argentino y 3 toros de raza Angus, uno de origen argentino y dos americanos. Al nacimiento se registró el número de caravana del ternero, de la madre, el padre y la fecha de nacimiento. Luego se evaluó el peso al destete y la ganancia diaria de peso. Se observó que el peso al destete de los terneros híbridos no supera al valor de los puros. Esto se debe a que el valor aditivo de los toros Angus, superarían la varianza por epistasis y dominancia que ejerce el toro Hereford. Sin embargo no puede decirse en base a esto que el cruzamiento no funcione, se desconocen los resultados de un cruzamiento con un toro Hereford de genética superior, objetivos e intensidad de selección comparable al Angus usado. De este trabajo puede concluirse que se debería diseñar un ensayo acorde para poder responder al interrogante del productor, ya que en el expuesto no se puede llegar a dar dicha respuesta.

## ÍNDICE

Introducción	1
Hipótesis	12
Objetivos	12
Materiales y Métodos	13
Resultados y Discusión	19
Conclusión	23
Bibliografía	24

## INTRODUCCIÓN

El stock ganadero nacional y la producción, tuvieron un crecimiento hasta 2007, comenzando luego un período de liquidación que llevó al stock con el menor número registrado en varias décadas. Esta disminución del stock tuvo su causa en la necesidad de reordenamiento territorial por la pérdida de superficie ganadera en manos de la agricultura. La disminución ocurrida en 2009 se debe, en parte, a la alta faena de hembras en los dos años anteriores, y principalmente por la menor parición en 2009, a causa del mal servicio en 2008 por la gran sequía que llevó a una baja tasa de preñez y una gran mortandad de animales. Independientemente de la caída en el stock, la producción de carne en Argentina es afectada principalmente por su baja productividad (Tasa de Extracción próxima al 24-25%). A este problema de baja productividad, debe sumarse el bajo peso medio de faena, que en Argentina no supera los 350-380 kg promedio. La baja productividad no es consecuencia de la no disponibilidad de tecnologías, ya que estudios realizados muestran una brecha de adopción tecnológica global superior al 60% para la cría y del 54% para la invernada (Rearte, 2011).

Otra de las causas de la baja productividad en el país, puede ser debida al avance de cultivos agrícolas de alta rentabilidad, lo que hizo que la superficie ganadera se haya visto sustancialmente reducida. La reducción del stock generado por la menor superficie ganadera afectó la producción de carne. En Argentina esta disminución hizo que su precio aumentase en una magnitud que mejoró la competitividad de carnes alternativas como la porcina y aviar, las que muestran hoy un franco crecimiento. El aumento del precio de la carne ha generado además un círculo virtuoso a partir del mayor aumento que tuvo el precio del ternero con respecto al del novillo terminado. Esto significó un estímulo a la actividad cría, lo que se refleja en la alta tasa de retención de hembras (Rearte, 2011).

Hoy contamos con los terneros que tenemos y no es posible en el corto plazo aumentar la cantidad. La única alternativa viable y menos traumática, es faenar a los terneros que hoy tenemos con, por lo menos 50 kg más de carne por animal. Mientras nuestros competidores a nivel internacional suben el peso de faena, Argentina continúa teniendo el peso más bajo, con carcasas 91 kg más livianas de machos que en Australia y las hembras 80 kg. En Uruguay se faenan animales 22 kg más pesados en promedio. Nuestra productividad se encuentra condicionada por la elevada proporción de terneros y novillitos en la faena.

En ganadería como en otros rubros de economía agraria, hay indicadores simples pero de gran impacto. Uno de ellos es la tasa de extracción. Ésta no es otra cosa que un flujo que se genera o surge de un stock determinado. Se debe diferenciar la tasa de extracción de equilibrio (TEE) de la tasa de extracción coyuntural (TEC). La TEE se suele definir como aquella faena que mantiene estable un rodeo en el tiempo. En cambio la TEC es la observada en forma directa en el período en estudio. Se suele afirmar que si la TEC es mayor o menor a la TEE, se está en una fase de liquidación o retención

de vientres, respectivamente. Muchos autores señalan que si el porcentaje de hembras a faena es mayor al de equilibrio es síntoma de liquidación. Otros resaltan que se lograría una mayor tasa de extracción si se hiciera más eficiente la cría, ya que la tasa de extracción depende de la tasa de destete y del porcentaje de vientres en el rodeo general. El incremento del porcentaje de destete aumenta ostensiblemente la productividad de los vientres pero su consecuencia sobre la tasa de extracción sin reducir la edad promedio de la faena no es de impacto para el aumento de la oferta de la carne. Si a ese incremento de productividad de los vientres, no se lo acompaña con reducción a la edad de faena la cantidad de carne para el mercado va a seguir siendo insuficiente (López, et al, 2016).

El mercado doméstico consume aproximadamente el 90% de la producción nacional. Requiere cortes chicos, o sea pesos de faena livianos (desde terneros de 250 kg, pasando por una gama de novillitos, hasta novillos de 420 kg), y demanda carnes muy tiernas. (Lagos, 1998). El sistema de calificación actual de los bovinos según el grado de cobertura, la categoría animal y la conformación, establece que el negocio de la carne se oriente hacia las reses chicas, y así lograr la faena de animales pequeños en edad y, a la vez, de bajo peso, ya que se pretende vender la calidad a través de una categoría joven. Actualmente los ganaderos destinan los animales a la faena con menor peso y, así, se pierde la oportunidad de vender más kilos, lo que representa posiblemente una merma de 30% o 40% de carne en el país que podría cubrirse con un sistema que valore animales 100 kilos más pesados en todas las categorías. Además de lo que se pierde de generar con el mismo stock, para poder abastecer la demanda interna a futuro, la Argentina debería aumentar su producción sustancialmente. Por otra parte, la demanda internacional de carne de calidad se orienta, en general, hacia cortes de mayor tamaño, peso, grado de terminación y homogeneidad, comparado con los producidos en los últimos años, dirigidos hacia la producción de medias reses pequeñas y heterogéneas, generando de esta manera una deficiencia productiva (Rearte, 2011).

En la explotación de un rodeo de cría se deben tener en cuenta una serie de factores que repercuten sobre los resultados del sistema, como son la nutrición, sanidad, manejo y mejoramiento genético. La nutrición depende de la cantidad y la calidad del forraje disponible a lo largo del año y sobre todo en los períodos de mayor demanda, relacionados con el estado reproductivo de los vientres que integran el plantel. La demanda de forraje debe ser acorde a la oferta existente, lo que determina la receptividad de cada ambiente productivo. En cuanto a la sanidad, ésta se basa principalmente en la implementación de un calendario sanitario, fundamentalmente para prevenir la incidencia de enfermedades en el rodeo; y las medidas profilácticas de carácter obligatorio a nivel nacional o regional. El manejo comprende todas las actividades y decisiones diarias llevadas a cabo para lograr un máximo aprovechamiento de los insumos y así expresar el potencial del rodeo (Krajnc, 2011). Por último, en el mejoramiento genético se contemplan las medidas empleadas para la transferencia de genes superiores de los padres a los hijos, o la combinación de los genes aportados por los padres para lograr animales que cumplan con los objetivos productivos. Un ejemplo es la cría, que puede

aumentar, de esta manera, su rentabilidad al aumentar el peso del ternero al destete.

Para lograr animales que respondan a esos objetivos puede ser necesario realizar modificaciones en el biotipo animal de los rodeos comerciales. Esto puede lograrse mediante el uso de animales seleccionados por potencial de crecimiento con un biotipo más grande, situación que conlleva a un agrandamiento de la vaca de plantel general, con mayores requerimientos y las consecuencias que esto implica en los sistemas productivos (Molinuevo, 2005).

Se define biotipo como un grupo de individuos cuya composición genética determina que posean características comunes, tanto fenotípicas como productivas y reproductivas, que los distinguen de otros grupos dentro de una misma especie. Un determinado biotipo puede ser consecuencia de la selección (natural o dirigida) o también producto de los sistemas de apareamiento. El resultado puede ser razas puras o cruas definidas (razas sintéticas). Existen tres grandes grupos de biotipos en ganado bovino: biotipo británico (*Bos Taurus*) que contempla razas como Aberdeen Angus, Hereford, Shorthorn, Galloway, Red Poll, Charolais, Holstein, Limousin, Simmental, Pardo Suizo, Chianina, Piemontés, Marchigiana; biotipo índico o cebuino (*Bos Indicus*) en donde se encuentran ubicadas las razas Brahman, Nelore, Gyr, Guzerath, Nidama, Sahiwal, Tabapuá; y el biotipo sintético (Cruas de *Bos Taurus* x *Bos Indicus*) y las razas que hay en él son la Braford, Brangus, Santa Gertrudis, Simbrah, Charbray, Beef Master (Pourrain, 2007). La importancia de conocer estos biotipos radica en el resultado que se obtendría de los cruzamientos que se realizan, ya que mientras mayor distancia genética haya en las razas que se van a utilizar en el cruzamiento, mayor será la expresión de la heterosis, tal sería el caso de cruzar Limousin x Nelore; mientras que aquellas razas que tengan menor distancia genética, va a estar menos expresado el valor de heterosis, tal es el ejemplo de cruzar Aberdeen Angus x Hereford.

La mayoría de los caracteres de interés económico en producción animal varían de forma continua, y son denominados caracteres cuantitativos. Están determinados por un número indefinido de genes, que suman sus efectos entre sí, y contribuyen a la expresión de esos caracteres (Molinuevo, 2005). El valor genético de los individuos para una variable, está dado por un lado, por el valor de los genes independientes (efecto aditivo), y por otro, por la combinación entre ellos (efectos no aditivos, de dominancia y epistasis). El valor aditivo se define como el valor de un individuo como padre, y expresa su capacidad de transmitir genes superiores a la próxima generación. Los efectos de dominancia y epistasis no se transmiten de los padres a la progenie, ya que depende de la suma de los efectos independientes de todos los genes que afectan al carácter. Los padres sólo transmiten genes y no la combinación de los mismos (Molinuevo, 2005).

La justificación del uso de los cruzamientos va a estar determinada, entre otros factores, por las magnitudes de las diferencias raciales y la heterosis (vigor híbrido) en componentes individuales y



maternales, y sus interacciones con el ambiente y mercado (Gimeno, et. al., 2002).

La heterosis se divide en individual y materna. Si cruzamos la raza A con la raza B para obtener terneros AB o BA (primero la raza del padre), la diferencia en el desempeño de estos individuos con el promedio de los padres es la heterosis individual. Si la madre es cruce y desteta terneros de trasplante embrionario de la raza C, 15% más pesados que el promedio de los destetados por las vacas de raza A o B, sería el resultado de la heterosis materna (Lema, et. al., 2015).

Diversos experimentos realizados en Uruguay comparan diferentes características como crecimiento, calidad de la canal, adaptación a condiciones climáticas y pastoriles de determinadas regiones o bien la evaluación de todo el ciclo de producción de la carne vacuna mediante cruzamientos entre razas continentales con Hereford, Limousin y Angus, Cebú con Hereford, o Angus con Hereford. De forma general se observó superioridad en hembras cruce con relación a las hembras puras en características hasta el destete, obteniendo mayores pesos en 10-20% para cruces británicas con continental, 3-32% en cruces cebuinas con británica y 6-15% para cruces británicas. También se concluyó que terneros hijos de cruces simples son 3,4% más pesados al destete, pero los terneros hijos de madres cruces son 13,9% más pesados (Lema, et.al., 2015).

Resultados de ensayos realizados en diferentes regiones de Estados Unidos indican que la magnitud de la heterosis en medidas relacionadas a la producción de carne son mayores en las variables que influyen en la productividad en las primeras etapas de vida en los animales. Para esto realizaron cruzamientos entre animales Hereford, Angus y Shorthorn y vieron una mayor tasa de destete en vaquillonas mestizas en 6,4% en relación a las puras, debido a los mayores porcentajes de preñez. A su vez, las vacas mestizas produjeron más leche que las puras. El efecto conjunto del aumento de la tasa reproductiva y el peso al destete por heterosis materna e individual dio una ventaja de 14,8% para peso de ternero destetado por vaca mestiza expuesta a toro en comparación a las puras. Al observar la longevidad y la reposición, se concluyó en que se necesita un 2% menos de reposición por mayor longevidad de vacas mestizas, por lo tanto sería un beneficio económico, pero la vaca mestiza es más cara de mantener por ser de mayor tamaño, por lo cual el factor indispensable en esta ecuación es la ganancia económica por la venta de terneros, lo cual favorece a la rentabilidad de las vacas mestizas (Magofke y García, 2012).

Los cruzamientos son una estrategia que permite incrementar el tamaño y peso de los animales para faena, manteniendo el tamaño de los vientres, y en consecuencia los requerimientos del rodeo. Como cualquier otra tecnología, los cruzamientos se deben aplicar adecuadamente para obtener mayor beneficio. Tanto las medidas de manejo como las herramientas genéticas no implican incrementos importantes en los costos. Se trata de tecnologías de habilidad administrativa que no se contraponen, sino que pueden aumentar la eficiencia de las tecnologías de insumos (sanidad y

nutrición) que sí implican incrementos en los costos.

En la principal región ganadera del país, la pradera pampeana, los vientres de rodeos comerciales pertenecen predominantemente a la raza Angus, caracterizada por su aptitud materna. El cruzamiento de estos rodeos con toros Hereford de destacada aptitud carnicera por su facilidad de terminación y mayor terneza, puede otorgar superioridad genética a los terneros. Los terneros media sangre, conocidos como terneros careta, manifiestan mayor supervivencia, peso al nacimiento, tasa de crecimiento predestete y peso al destete. Si se consideran esas variables en conjunto se alcanzarían valores superiores de peso total (kg) de ternero destetado por vientre en servicio. Esta estrategia puede generar entonces aumentos de productividad y generar mayores niveles de rentabilidad (Menchón, 2007).

A pesar de resultar difícil cuantificar el consumo de alimento "a campo" por parte de los animales, se ha sugerido en estudios de investigación que la heterosis o vigor híbrido se daría a niveles metabólicos y se esperarían beneficios en la conversión alimenticia. También la investigación sugiere que, a edad constante de faena, los animales mestizos serían más pesados, con mayor área de ojo de bife y mayor contenido de grasa de cobertura, dando una mejor terminación a edad fija. Por otro lado, a igual grado de terminación, los animales mestizos necesitarían menor tiempo. Esto indicaría una mejor eficiencia en el sistema de producción al incluir animales careta, debido a reducciones en los requerimientos totales de mantenimiento. Con respecto a la calidad de la carne (terneza y grasa intramuscular), no existirían diferencias notables (Menchón, 2007).

Debido a la complementariedad entre razas, es importante la raza del toro a utilizar como padre. Sin embargo, hay que considerar que es más factible práctica y financieramente cambiar la raza del toro y no la de los vientres del rodeo. (Menchón, 2007). Para la elección de los toros se utilizan las Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP's), estimaciones que permiten determinar la fracción genética que se transmitirá a la descendencia, al tiempo que estimar las diferencias que se esperan entre los hijos de un toro u otro. Estas estimaciones las realizan las asociaciones de criadores, centros de inseminación o algunas cabañas. En los catálogos de padres que anualmente realizan las asociaciones se presentan las DEP's para varias características de crecimiento, reproductivos y variables de la carcasa, entre otros (Lopez Valiente, 2001).

Datos obtenidos en una unidad demostrativa de producción intensiva de carne en la que se practica el cruzamiento sistemático de vientres Angus con toros Hereford sobre pasturas, indican una ventaja de este apareamiento respecto de la raza Angus pura, del orden del 15% en peso al destete del ternero, de 3 puntos en porcentaje de destete y de 22% en kg de ternero por vientre entorado (Mezzadra, 2013).

Los cruzamientos industriales permiten aprovechar las ventajas heteróticas, sobre todo en la tasa de concepción, sobrevivencia y velocidad de crecimiento de las crías, así como la complementariedad entre biotipos maternos precoces, de tamaño relativamente pequeño y biotipos paternos poco precoces, caracterizados por una gran talla, un elevado potencial de crecimiento corporal, una tasa elevada para desarrollo de tejidos muscular y óseo y baja deposición de grasa. Esta práctica realizada sobre hembras de pequeño tamaño adulto, permite aumentar la eficiencia de producción en etapas de cría y engorde. En la primera, fundamentalmente a través del aumento de la tasa de procreo de las hembras. En la etapa de engorde, se evidencia que un novillo de primera cruce permite alcanzar altos ritmos de crecimiento con una mayor eficiencia de transformación del alimento, que se traduce en reses más magras a los pesos o edades usuales de sacrificio de las razas británicas puras (Mezzadra, 2013). Esto se demuestra en un estudio realizado por Circle A Angus Ranch en cooperación con la asociación estadounidense Hereford, en Iberia, Missouri, donde se revelaron las ventajas económicas de realizar cruzamientos Angus x Hereford. Para esto se utilizaron 600 vacas de base Angus a las que se les asignaron 10 toros Hereford, comparados con un grupo control de vacas Angus y 3 toros Angus probados con DEP's de peso al destete 20% superior a la raza y peso al nacimiento 30% superior a la raza. Los terneros hijos de Hereford fueron 1.3 kg más pesados al nacimiento que los hijos de Angus; al destete los primeros fueron 5.4 kg más pesados que los segundos. A la faena, ambos grupos fueron analizados por Dan Moser, profesor de genética de la Universidad de Kansas, y por Vern Pierce, profesor de economía agrícola de la Universidad de Missouri, quién evaluó el rendimiento de las diferencias entre los grupos Angus y Hereford, incluyendo nacimiento, peso al destete, crecimiento en feedlot, datos de carcasa de novillos y tasas de concepción de hembras progenitoras de los grupos de padres. Desarrolló un modelo económico proyectando el valor agregado de la heterosis de Hereford en un período de 10 años en comparación con el uso de raza pura Angus y concluyó en que si un productor con vacas Angus utiliza toros Hereford y obtiene la misma respuesta que se obtuvo en este estudio, él habría mejorado su flujo de efectivo, aumentando el tamaño de la manada y teniendo más terneros para vender en un período de 10 años (Hereford World, 2009).

La utilización de toros que participan en los programas de evaluaciones genéticas garantiza la estimación más precisa posible del mérito genético de un individuo. La precisión de la estimación del valor genético determina la confiabilidad del dato. Los reproductores con mérito superior y altas precisiones constituyen una ventaja esencial en los programas de cruzamiento (Menchón, 2007).

Los cruzamientos son aconsejados ya que, si bien individualmente por carácter los animales cruzados no superan al mejor de los padres, globalmente suelen ser más beneficiosos si se han elegido adecuadamente las razas que intervienen en el cruzamiento. El criterio para hacer factible esto sería

elegir las razas que sean semejantes en cuanto a su productividad, que debería ser lo más alta posible, y que fuesen complementarias entre sí, quiere decir que en caracteres simples en que una es menos sobresaliente, la otra raza lo fuese más. Una vez establecido el tipo de cruzamiento de interés y determinadas las razas que van a intervenir, se plantea cómo mejorar las razas para que los resultados sean cada vez mejores. La tendencia que se impone es que se sustituya la selección en lugar de, por métodos de selección específica se pueda mejorar la aptitud del cruzamiento (Balcelga, 2012).

En un estudio realizado en Uruguay, Dpto. de Paysandú, área de Cretásico, se incluyeron razas británicas, como Hereford (14 toros) y Aberdeen Angus (11 toros) por su importancia como razas maternas; una raza de origen continental como lo es la Salers (10 toros) por su facilidad de parto y altos pesos de los terneros destetados, también se incorporó la raza cebuina Nelore (11 toros) por presentar altos niveles de preñez. Se analizaron datos obtenidos de peso al nacer, largo de gestación, peso al destete de 744 terneros obtenidos desde 1996 al 2000. Para todas las variables, se observó mayor diferencia en la cruce simple Nelore-Hereford, siendo 9 días más larga la gestación, con terneros 2.4 kg más pesados y 17 kg más al destete en comparación con los puros Hereford; y 11 días más larga la gestación, con 4.6 kg más al nacimiento y 15 kg más al destete en comparación con la cruce simple Angus-Hereford. Esto es debido a la alta heterosis individual que presentan los terneros cruce Nelore-Hereford al ser dos biotipos muy alejados genéticamente, no así el caso de la cruce entre los dos británicos, dado que al ser menos distantes genéticamente, la heterosis observada en el peso al destete también lo es (Gimeno, et. al., 2002).

La selección animal mejora la producción a partir de la selección de individuos basada en el efecto aditivo de los genes, mientras que los cruzamientos potencian los efectos de dominancia y epistasis responsables del vigor híbrido o heterosis observado en los cruzamientos (Molinuevo, 2005). Los cruzamientos per se no aumentan la productividad, el efecto del cruzamiento está relacionado al grado de selección de las líneas puras. El cruzamiento y la selección no son ideas contrapuestas, sino que se complementan para un mismo fin (Mezzadra, 2005).

La heterosis es el resultado del aumento de la heterocigosidad del mapa genético de un animal cruce y se refiere al estado en el cual el animal posee dos formas distintas de un gen. Se cree que la heterosis es el resultado de la dominancia de un gen y la recuperación producida por el inbreeding (dos animales que están emparentados) de las razas puras. Por lo tanto, la heterosis depende de que el animal tenga dos copias diferentes de un mismo gen y la heterocigosidad depende de la copia de genes que herede al azar de sus padres. Por lo general, los animales que son cruces de razas que no tienen relación como Angus y Brahman, presenta mayores valores de heterosis, debido a la mayor heterocigosidad, en comparación con las cruces de razas que son genéticamente más similares, tales como las cruces logradas entre Angus y Hereford (Weaber, 2015).

Cruzar una raza con otras proporciona una medida adicional de la raza, es decir, la valoración media de la raza en todos sus cruces. Esta valoración promedio de una raza, cuando se expresa como una desviación con respecto a la media de todos los cruces, se denomina aptitud combinatoria general de la raza. Es el promedio de toda la descendencia de primer cruzamiento que tienen a esta raza como parental, desviado de la media de los cruces. Cualquier cruce concreto tiene, por tanto, un valor “esperado” que es la suma de las aptitudes combinatorias generales de sus dos razas parentales. Sin embargo el cruce puede desviarse de ese valor esperado en mayor o menor medida. Esta desviación se denomina aptitud combinatoria específica de la combinación de esas dos razas. En términos estadísticos, las aptitudes combinatorias generales son los efectos principales y las aptitudes combinatorias específicas son una interacción. Al cruzar dos razas se observa que las diferencias de las aptitudes combinatorias generales se deben a varianzas aditiva de la población base y las aptitudes combinatorias específicas son atribuibles a la varianza genética no aditiva. En consecuencia, la varianza de la aptitud combinatoria general aumenta linealmente con el coeficiente de consanguinidad, mientras que la varianza de la aptitud combinatoria específica aumenta con poblaciones más alejadas genéticamente (Falconer y Mackay, 1996).

La mejora que se espera que provenga de la aptitud combinatoria general y específica, si se aplica la misma intensidad de selección a cada una de ellas, será proporcional a sus varianzas. Si las razas son completamente consanguíneas, la varianza de la aptitud combinatoria general es igual a la varianza aditiva de la población base y la varianza de la aptitud combinatoria específica es igual a la varianza no aditiva. Por tanto, si se conocen los componentes de varianza en una población base, puede predecirse la cantidad relativa de mejora que proviene de las dos aptitudes combinatorias. Tanto la aptitud combinatoria general como la específica se seleccionarían simultáneamente. La selección de las aptitudes combinatorias de esta manera se conoce como selección recíproca recurrente. (Falconer y Mackay, 1996).

El objetivo de un sistema de cruzamientos es optimizar el uso simultáneo de los efectos de genes aditivos (complementariedad entre razas, para caracteres de alta heredabilidad) y no aditivos (heterosis, para caracteres de baja heredabilidad) (Espasandín y Ducamp, 2004). De esta manera en un sistema de cruzamientos los fenómenos genéticos implicados en la productividad de los animales cruce son: heterosis o vigor híbrido, complementariedad entre razas, aportes genéticos aditivos de los reproductores utilizados en los cruzamientos y aumento de la variabilidad genética. La heterosis se define como la superioridad del animal cruce en relación al promedio de las razas parentales puras. Otro de los efectos de los cruzamientos es la complementariedad entre razas, es decir la combinación de caracteres de interés, que pertenecen a razas diferentes, en un mismo animal (Cardellino, 1995), por lo tanto cuanto mayor sea la distancia genética de las razas que al cruzarse constituirán la población

cruza, mayor será la magnitud de la heterosis esperada (Mezzadra, 2005).

El propósito del cruzamiento es producir individuos híbridos superiores. Los cruces deben ser superiores a las líneas parentales. Por tanto se requiere algo más que heterosis, ya que ésta sólo implica superioridad sobre líneas consanguíneas. El cruzamiento por sí no puede producir mejora, sino que también debe llevarse a cabo selección en alguna de las etapas. Del conocimiento de las causas de heterosis, es evidente que lo que se precisa es un par de líneas que difieran considerablemente en la frecuencia de todos los loci que afectan al carácter y que presentan dominancia. Por tanto, estas diferencias en frecuencia génica entre las líneas deberían poderse producir mediante selección. En un cruzamiento se mide el valor genotípico y éste puede reproducirse indefinidamente mientras se mantengan las razas que le dieron origen, en tanto que la selección de individuos en una población no consanguínea sólo permite reproducir el valor mejorante. Es por esto que la condición para que el cruzamiento supere con mayor probabilidad los resultados de la selección sin consanguinidad, reside en que la mayor parte de la varianza del carácter no sea aditiva (Falconer y Mackay, 1996).

La heterosis depende de la dominancia. Los loci sin dominancia no causan heterosis. El valor de la heterosis tras un cruzamiento entre dos poblaciones o líneas concretas depende de la diferencia entre las frecuencias génicas de las dos poblaciones. Si las poblaciones cruzadas no difieren en frecuencias génicas no habrá heterosis y esta será máxima cuando el alelo esté fijado en una población y el otro en la otra (Falconer y Mackay, 1996).

La cuestión de si el cruzamiento es un método de mejora superior a la selección sin consanguinidad radica en si la sobredominancia es una propiedad de los genes en cuestión. En este caso el interés es sobre la sobredominancia del carácter que se va a mejorar. El cruzamiento de dos líneas en los que están fijados los alelos diferentes produce una descendencia en los que todos los individuos son heterocigotos y ésta es la única manera de conseguirlo. Si los heterocigotos para una pareja de alelos son superiores a los homocigotos, el cruzamiento proporcionará un método de mejora superior a la selección. Es más, únicamente cuando hay sobredominancia con respecto al carácter, o combinación de caracteres deseados, el cruzamiento puede alcanzar lo que la selección no puede. Para cualquier otro tipo de dominancia el mejor genotipo es uno de los homocigotos y, en teoría, todos los individuos pueden hacerse homocigotos mediante selección (Falconer y Mackay, 1996).

En la población base, los mejores genotipos estarán representados por ciertos individuos, mientras que se encontrarán replicados en los animales de ciertos cruces. La ventaja fundamental de este método reside en esta replicación de los genotipos deseados. Aún más, la uniformidad genética de los individuos obtenidos del primer cruzamiento entre líneas les otorga una homogeneidad fenotípica de interés económico (Falconer y Mackay, 1996).

El valor promedio de una característica de una raza, está determinado por el valor génico individual. El valor de una característica de una cruce está dado por el promedio del valor génico individual de ambas razas más el valor del vigor híbrido resultante del cruzamiento de esas razas. Hay caracteres, como el peso al destete, en los que la madre tiene influencia sobre la expresión de la característica en el ternero, ya que, además del valor génico de los individuos para el peso al destete, su valor estará determinado por la aptitud que tenga la madre para criar a sus terneros (Molinuevo, 1995).

Un estudio realizado en la provincia de Ñuble, en la VIII Región de Chile, consistió en determinar el comportamiento productivo al nacimiento y destete de terneros hijos de toros Angus, Hereford y Polled Hereford con vacas de raza Clavel, Hereford, Holstein, Polled Hereford e híbridas (cruzas de Holstein con combinaciones de Hereford). Se analizaron 1119 registros productivos tomados en los años 1999 y 2000 para variables de peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 205 días (PD205) y ganancia de peso predestete (GDP) utilizando el método de mínimos cuadrados para conocer el efecto de la raza del toro (DRT), el de la raza de la vaca (GDV), el grupo contemporáneo (GC) y la edad de la vaca como covariable sobre las variables antes mencionadas. También se utilizó un modelo animal para conocer la influencia del ambiente en los resultados obtenidos. Se llegó a la conclusión de que el efecto del DRT y GC fue significativo para PN y PD205, no así para GDP. La raza Hereford estuvo 7.5%, 12.5% y 14% encima de la media para variable PN, PD205 y GDP, respectivamente. El GDV no afectó a las variables evaluadas (Cienfuegos, et al, 2006).

Se analizó un estudio experimental realizado en Waikite, Nueva Zelanda donde se demuestra que se observa una diferencia significativa y consistente en terneros cruce Angus-Hereford sobre los terneros puros; y a su vez en Hereford sobre Angus, ya que los terneros cruce mostraron 6 kg más en ganancia predestete y 7.8 kg más en ganancia postdestete en relación a los puros. Para esto se utilizó un rodeo conformado por vacas Angus y Hereford puras y toros de las mismas razas y cruces entre ellas durante 4 años (1968-1971). Se utilizaron en total 83 toros, 49 Angus y 34 Hereford, se utilizó un grupo nuevo de toros cada año, aparte de unos pocos que se usaron nuevamente para actuar como toros de referencia. A cada toro se le asignaron 20 vacas Angus y 10 vacas Hereford; las vacas se volvieron a aleatorizar con los toros cada año. Se les aplicó una caravana y se pesaron los terneros al nacer. Luego se registraron semanalmente desde el destete (156 días) hasta los 13 meses o hasta el sacrificio (20 meses) para los novillos. Las terneras fueron manejadas en grupos de pastoreo separadas desde el destete en adelante de modo que no se confunda el efecto por sexo. La heterosis (en kg) se obtuvo a partir de las estimaciones de la raza padre x madre como la media de los 2 cruces menos la media de los dos grupos de cría de raza pura. Se utilizó el método de mínimos cuadrados para descartar los efectos producidos por el ambiente, la madre, el padre, etc. Los resultados obtenidos

demuestran una mayor tasa de supervivencia de los terneros cruza sobre los puros (97.7 % vs 94.3%, respectivamente). Se refleja una gestación más larga en vacas Hereford y un efecto directo significativo con terneros 2 kg más pesados que los hijos de vacas Angus pero esta diferencia desapareció al destete. Los terneros hijos de toros Hereford nacieron 3-4 días más tarde y con 1 kg más que los hijos de toros Angus, esta diferencia aumentó a 5 kg al año. La comparación de los terneros cruza y puros indicó heterosis de 0.8 kg al nacer y 6.8 kg al destete aumentando hasta los 14.8 kg a los 13 meses. La heterosis fue mayor en novillos que en vaquillonas para todos los pesos vivos registrados y para el aumento diario de peso desde el nacimiento hasta el destete (Hunter, 1986).

El mejoramiento genético ha demostrado jugar un papel importante en la productividad de un establecimiento, y para poder aprovecharla al máximo, esta debe adecuarse al ambiente en el que se desarrolla el animal. En mejoramiento es necesario tener en cuenta los objetivos de selección, que son aquellos caracteres que son componentes del valor económico del producto; el criterio de selección, es decir los caracteres que se utilizan directamente en la selección y en la evaluación del nivel genético de los individuos. Los cruzamientos son herramientas útiles para aumentar la productividad y renta de las explotaciones, pero para sacarle la máxima ventaja hay que planificarlos cuidadosamente (Lagos, 1998).

El uso de cruzamientos permite incrementar la productividad de los rodeos en distintos aspectos, sin embargo existen dudas aún por parte de los productores de cuál es el desempeño de esta estrategia en comparación con el uso de líneas puras con alto grado de selección.

Este trabajo pretende evaluar un ensayo realizado por un productor comercial ante el interrogante de producir terneros con cruzamiento terminal entre la raza Angus y Hereford, o bien terneros puros hijos de toros seleccionados de alto valor genético. Debido a que el objetivo del productor es vender terneros al destete, este aporte significaría aumentar su producción al destetar terneros de mayor peso.



## **HIPÓTESIS**

La selección genética de los animales puros condiciona el resultado de un cruzamiento.

## **OBJETIVO**

Analizar datos de un ensayo a campo y aportar, desde la teoría del mejoramiento genético, la comprensión de los resultados obtenidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de incrementar los niveles de producción a través del peso al destete de los terneros se evaluó la utilización de cruzamientos sobre vientres Angus, de rodeo general.

Los datos que se utilizaron en este proyecto corresponden a un ensayo a campo realizado por un productor que desea comparar las ventajas o desventajas de realizar cruzamiento.

### *Establecimiento y animales.*

Se trata de un establecimiento agrícola-ganadero ubicado a 7.8 km al sur de la localidad de Bengolea, Provincia de Córdoba y dispone de una superficie ganadera de 400 ha a base de pastizal natural (*Distichlis spicata*, *Spartina densiflora* y *Cynodon dactylon*). La existencia es de 268 vientres de raza Angus. El objetivo del productor es vender terneros al destete, aunque se está comenzando a hacer encierre a corral.

### *Alimentación.*

La alimentación de la cría es a base de pastizal natural y se hace una suplementación con rollos de alfalfa puros. En el encierre a corral se alimentan con 32% de silaje de picado de sorgo, 8% de balanceado y 60% de maíz en grano entero. La reproducción se realiza mediante inseminación artificial a tiempo fijo.

### *Servicio.*

Durante el servicio de las madres de los animales utilizados en el ensayo se realizaron dos IATF, una el 25/11/15 y la otra el 03/02/16. Los toros utilizados en la IATF fueron 3 de raza Angus y uno de raza Hereford (Figura 3.1), las características de los mismos se muestran en la Tabla 3.2 y sus datos de evaluaciones DEP's correspondientes al año 2015 en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.2: Características de los toros utilizados en la inseminación artificial**

<b>Toro</b>	<b>Raza</b>	<b>Origen</b>	<b>F.N</b>	<b>P.N (kg)</b>	<b>P.M (kg)</b>	<b>CE (cm)</b>	<b>Observaciones</b>
Chisum	Angus Negro	EEUU	31/3/2006	33	1152	43	Crías con moderado PN pero curva de crecimiento muy acentuada
Brutal	Angus Colorado	Argentino	2/9/2011	33	920	43	Estructura sólida, correcto, largo, ancho de lomo, buena culata y de buen andar.
New Direction	Angus Colorado	EEUU	25/9/2011	33	940	43	
Khun	Hereford	Argentino	17/10/2010	35	1040	45	Destacado por sus masas musculares. Apto para vaquillonas

F.N: Fecha de Nacimiento.

P.N: Peso al Nacimiento expresada en kg.

P.M: Peso Maduro expresada en kg.

CE: Circunferencia Escrotal expresada en cm.

Los toros utilizados son evaluados a través de pruebas que se realizan en las diferentes asociaciones, tal como Asociación Argentina de Angus, Asociación Americana de Angus y Asociación Argentina de Criadores Hereford. En ellas se elaboran resúmenes anuales de padres que incluyen datos de características de crecimiento, como es el largo de gestación, peso al nacer, peso al destete, peso final, producción de leche, circunferencia escrotal y altura. También datos de calidad de carne, como espesor de grasa dorsal, espesor de grasa de la cadera, área de ojo de bife, porcentaje de grasa intramuscular. Cada característica se expresa en un valor DEP y tiene un Precisión de acuerdo a la cantidad de datos obtenidos de los productores que forman parte de cada asociación y envían datos de los hijos de los toros. En la Asociación Argentina de Angus esta prueba recibe el nombre de Evaluación de Reproductores Angus (E.R.A), en la Asociación Argentina de Criadores Hereford se

denomina Programa de Evaluación Genética (P.E.G) y en la Asociación Americana de Angus Prueba Genética. Las evaluaciones de las distintas Asociaciones son diferentes y, por lo tanto, no pueden ser comprados los valores DEP entre ellas.

**Figura 3.1: Toros utilizados en la Inseminación a tiempo fijo.**



**Tabla 3.3: Valores DEP 2016 e institución evaluadora de los padres utilizados en la IATF.**

	<b>P. N</b>	<b>P. D</b>	<b>AOB</b>	<b>Leche</b>	<b>Marm.</b>	
<b>DEP</b>	+3	+71	+0,83	+24	+0,25	<b>Chisum: Angus Negro, Americano (Asociación Americana Angus)</b>
<b>% Prec.</b>	96	94	77	84	79	
<b>Ranking</b>		2%	10%			
<b>Prom Raza</b>	+1,2	+49	+0,42	+23	+0,49	
<b>DEP</b>	+0,8	+9,8	-1	-0,9	+0,1	<b>Brutal: Angus Colorado, argentino (Asociación Argentina Angus)</b>
<b>% Prec.</b>	92	83	67	43	67	
<b>Ranking</b>		25%	10%		15%	
<b>Prom Raza</b>	+0,1	+5,3	+0,5	+0,8	0	
<b>DEP</b>	-5,5	+66	+0,27	+19	+0,62	<b>New Direction: Angus Colorado, americano (Asociación Americana Angus)</b>
<b>% Prec.</b>	88	83	34	31	40	
<b>Ranking</b>	10%	25%	25%		25%	
<b>Prom Raza</b>	-1,6	+58	+0,11	+20	+0,49	
<b>DEP</b>	+2,3	+28,1	+0,81	+8,6	+0,06	<b>Khun: Polled Hereford, argentino (Asociación Argentina Criadores Hereford)</b>
<b>% Prec.</b>	53	44	20	20	23	
<b>Ranking</b>		1%	1%	1%		
<b>Prom Raza</b>	+1,7	+19,1	+1,5	+32,7	+0,07	

P.N: Peso al nacer

P.D: Peso al destete

AOB: Área de Ojo de Bife

Marm.: Marmoreo

DEP: Diferencia Esperada en la Progenie

% Prec.: Porcentaje de Precisión

Prom. Raza: Promedio de la Raza

Las vacas de raza Angus fueron sincronizadas e inseminadas a tiempo fijo. El protocolo utilizado consistió en colocar el día 16/7/15 y el 24/2/16 por la mañana un dispositivo intravaginal con liberación lenta de 0.5 g de progesterona y la colocación de 2 mg de Benzoato de Estradiol por vía intramuscular por vaca; a los siete días (23/11/15 y 1/3/16, respectivamente) por la mañana se retiró el dispositivo y se inyectaron 500 µg de Prostaglandina y 0.5 mg de Cipionato de Estradiol; a partir de las 48 horas de retirados los dispositivos (25/11/15 y 3/2/16, respectivamente) se comenzó a inseminar. La elección de cada toro para inseminar las vacas fue al azar. Se inseminaron 31 vacas con Chisum, 8 con Brutal, 50 con New Direction y 30 con Khun. Luego las pariciones ocurrieron durante la primavera del año 2015, las crías nacidas se identificaron debidamente y se procedió a registrar el peso de éstas al nacimiento.

#### ***Determinaciones realizadas en los terneros.***

Las vacas permanecieron en el pastizal antes descrito, por lo cual los terneros consumieron leche y el mismo pastizal que las madres. Se evaluaron 44 terneros en total, 3 hijos de Chisum, 2 hijos de Brutal, 12 hijos de New Direction y 27 hijos de Khun.

Al nacimiento se colocó una caravana a cada ternero con su número y el número de caravana de la madre. También se pesaron con una balanza de marca Pocket Balance, para lo cual se utilizó un pretal de marca Namhut para sujetar al animal y suspenderlo evitando que quede alguno de sus miembros sobre el piso para que no arroje resultados erróneos.

Al momento del destete se pasaron por la manga y se pesaron en una casilla de pesaje marca Básculas Latorre, modelo BHF 8tt con capacidad hasta 1500 kg. Para ello se observó el número de caravana del ternero y se determinó mediante planilla parición quién era la madre y mediante ella, por planilla de inseminación se determinó el padre, procediendo luego, al pesaje propiamente dicho y se tomó nota en una nueva planilla.

Para responder a los objetivos planteados se registró al nacimiento el número de caravana del ternero, el de la madre, el padre y la fecha de nacimiento. Se evaluó peso al destete mediante peso ajustado a los 205 días (ecuación 1) y ganancia de peso (ecuación 2).

$$\text{Peso de destete ajustado a 205 días} = \frac{(PD-PN)*205+PN}{\text{Edad de destete}} \quad (1)$$

Donde:

PD = Peso de destete real (kg)

PN = Peso al nacimiento (kg)

PD205 = Peso corregido al destete

$$\frac{\text{Peso ajustado a los 205 días} - \text{Peso al nacer}}{\text{Edad de destete}} \quad (2)$$

Se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando el programa estadístico R (R core, 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados se observó que los terneros hijos de Khun, es decir los híbridos, no tienen diferencias con Brutal (Angus colorado argentino). No así los hijos de New Direction (Angus Colorado americano), ni de Chisum (Angus Negro americano). En estos casos la diferencia es favorable para el primero (+9) y desfavorable para el segundo (-4).

Los resultados del ensayo se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2: Valores de media y desvío estándar para peso ajustado a los 205 días y ganancia diaria de peso vivo para la progenie de cada toro utilizado. Letras diferentes entre filas implica diferencia significativa ( $p < 0.5$ ).**

Toro	Cantidad de Terneros	Peso ajustado 205 (kg)	Ganancia diaria de peso (kg)
Chisum	3	183,3 ( $\pm 23,7$ )a	1.017 ( $\pm 0,17$ )
Brutal	2	189,5 ( $\pm 15$ )ab	1.057 ( $\pm 0,2$ )
New Direction	12	200, 6 ( $\pm 30,6$ )b	1.135 ( $\pm 0,34$ )
Khun	27	188( $\pm 28,5$ )ab	1.053 ( $\pm 0,23$ )

Al hablar sobre el genotipo que presentan los terneros en observación se tiene en cuenta que la población dependerá del genotipo materno y del paterno. En el primer caso, como las madres son de un rodeo general uniforme, se considera que no tienen varianza. Por lo tanto la varianza se observa por el padre elegido. Una vez aclarado esto se puede plantear que en los toros Angus que se utilizaron tienen un alto poder de selección, lo que deriva en un alto valor aditivo, es decir que gran parte de su genotipo será transmitido a sus hijos. Para el caso del toro Hereford, al tener menor selección puede decirse que no tiene un marcado valor aditivo en comparación con los toros Angus, pero incrementa la varianza por dominancia y por epistasis.

Lo que se observa es que el valor aditivo de los toros Angus, especialmente New Direction, superarían la varianza por epistasis y dominancia que ejerce el toro Hereford. Es por esto que el peso al destete de los terneros híbridos no supera al valor de los puros. Sin embargo no puede decirse en



base a esto que el cruzamiento no funcione, se desconocen los resultados de un cruzamiento con un toro Hereford de genética superior, objetivos e intensidad de selección comparable al Angus usado.

Los toros utilizados en este ensayo no pueden ser comparados, ya que la selección que se realizó en todos los casos corresponde a poblaciones distintas, por lo tanto los objetivos que se buscaron fueron diferentes en cada toro particular.

En este tipo de ensayos no se puede conocer, en el peso del destete, cuál es la proporción que representa la heterosis y cuál representa el valor aditivo de manera separada, esto indica que no es posible, a través de éste analizar si es factible realizar cruzamientos o mantener una raza pura para obtener mejores resultados. Asimismo no se puede realizar una conclusión en base a la comparación de dos padres únicamente, porque se analiza el efecto de usar un toro particular u otro, los que se usaron en éste caso. No puede extenderse este resultado a una práctica como el cruzamiento.

Para conocer el efecto de los cruzamientos es necesario comparar poblaciones de terneros Angus puros con poblaciones de terneros Hereford puros, y a éstos a su vez, compararlos con terneros hijos de la cruce de Angus x Hereford. Para esto es necesario que los toros a utilizar sean de poblaciones comparables, es decir, que se busquen los mismos objetivos en la selección, que sean toros del mismo origen, ya sea argentino o americano para abarcar dicha exigencia.

Cuando este tipo de ensayo se realiza y se analiza según estos parámetros en todos los casos el resultado del cruzamiento es superior. Tal como se observó el estudio en Waikite, Nueva Zelanda donde se utilizaron 83 toros, 49 de los cuales eran de raza Angus y 34 eran Hereford sobre un grupo de 20 vacas Angus y 10 vacas Hereford. Al nacimiento, los terneros fueron pesados semanalmente hasta el destete y se observó una marcada diferencia a favor de los terneros cruce sobre los puros y a su vez los puros Hereford sobre los Angus (Hunter, 1986).

También es viable realizar un ensayo como el que se realizó en Missouri, utilizando 600 vacas Angus con 10 toros Hereford comparado con un grupo de vacas Angus y toros Angus probados. En este se observó que el peso al destete de los terneros cruce fue mayor que el de los puros (Hereford World, 2009).

Para que estos resultados tengan significancia estadística, sean progenies comparables y puedan usarse como fundamento para tomar una decisión, deberían haberse comparado diferentes padres para quitar el efecto del individuo, como se realizó en el trabajo presentado por Espasandín y Ducamp en Paisandú, Uruguay en el año 2004 en el cual se compara el peso a los 600 días de animales puros de raza Brahman y Belmont Red por selección utilizando toros con altos DEP's y el peso de los hijos de la cruce de dichas razas, obteniendo superioridad en los animales cruce con una media de 31

kg, en comparación con los puros que obtuvieron una media de 22 kg de diferencia (Espasandín y Ducamp, 2004). También puede tomarse como modelo el trabajo realizado por Mezzadra y otros en 1999 donde se evaluaron diferentes biotipos entre los que se contaron al Angus, Hereford y sus crías, La heterosis individual encontrada en los individuos F1 A x H y recíprocos, fue del 6.2% para el peso final (Mezzadra et. al.1999).

A través de este trabajo también se puede demostrar que a la hora de pensar en un cruzamiento, no sólo es importante la raza a utilizar, sino también el padre, dando importancia a los DEP's para elegirlo correctamente, ya que una mala elección del toro puede cancelar los beneficios que se obtienen por la heterosis (Mezzadra, 2013).

Desde el INTA, en 1959 se realizó un ensayo que abarcó 4 Estaciones Experimentales y establecimientos agropecuarios pertenecientes al CREA Henderson-Daireaux en las que se compararon los pesos al nacimiento y al destete de terneros Aberdeen Angus, Hereford y Shorthorn, sus cruzas, con Charolais, Holando Argentino y cruzas de Charolais con Holando Argentino. Para peso al nacimiento se observa una ventaja de los terneros cruza de ambas razas británicas por sobre los puros y a su vez, mayor diferencia en los terneros cruza Charolais con alguna de las razas británicas, y más aún en terneros hijos de Charolais con Holando Argentino. Bustamante et. al. en 1991 presentaron resultados que expresan un 16 % mayor peso al nacimiento de terneros cruza Angus x Hereford en comparación con Angus puros. Para el peso al destete se observó el mismo patrón de ventajas que para peso al nacimiento. Los terneros resultantes de cruzamientos entre británicas tuvieron entre un 5 y 10% más que los de razas británicas puras (Molinuevo, 1995). Con esto se logra expresar, que los cruzamientos, a través de la heterosis muestran mayores beneficios que las razas puras, demostrando que mientras mayor sea la distancia genética entre las razas utilizadas mejor se expresa la heterosis al lograr mayores pesos en los terneros.

Se realizaron diversos estudios en experimentos llevados a cabo en Louisiana, Baton Rouge, en Estados Unidos, donde se utilizaron cruzamientos rotacionales con Angus, Hereford, Brahman y Charolais para conocer el efecto heterótico individual, materno y de abuelos. Para esto se identificaron y pesaron los terneros al nacimiento y se compararon los resultados obtenidos tanto en las poblaciones puras como en las cruzas. En este trabajo se concluyó que, al ser el peso al destete por vaca expuesta a toro, una variable que depende de la reproducción de la vaca a través de la tasa de destete, de la fecha de nacimiento del ternero que condiciona la edad al destete, y la tasa de crecimiento del ternero, puede considerarse el rasgo más importante de la explotación. Los efectos de la heterosis materna de las cruzas Angus-Charolais, Brahman-Hereford y Charolais-Hereford fueron significativos para peso al destete por vaca expuesta a toro. Esto apoya la teoría de que la variación fenotípica en poblaciones multirraciales puede explicarse en gran medida por los efectos genéticos de heterosis y aditivos de

raza y que estos efectos pueden usarse para predecir el valor de los cruzamientos (Franke, et.al., 2001).

No se puede dar valor a la posible ventaja que tendrían los cruzamientos evaluando sólo una variable de mediana heredabilidad como es el peso al destete. Para eso debe tenerse en cuenta, además, la heterosis económica que se obtiene al realizar cruzamientos, ya que a pesar de que la heterosis para productividad es elevada, el vigor híbrido económico es sólo mediano. Esto es así debido a que los efectos fenotípicos obtenidos por cruzamientos deben ser cubiertos con sus mayores necesidades, por lo tanto la magnitud de la incorporación de los cruzamientos deberá ser evaluada con la relación precio de la producción y de la carne (Magofke, et.al., 2012).

Es necesario considerar además que lo que se está evaluando es el efecto del cruzamiento sobre el crecimiento mediante peso al destete, siendo esta variable de moderada heredabilidad, con bajo porcentaje del efecto de la heterosis.

Lo que puede concluirse de este trabajo es que comparativamente el uso de un padre puro seleccionado por crecimiento y que se encuentre entre los mejores de la evaluación genética como en el caso de New Direction, los resultados de la progenie serán superiores a un cruzamiento con un animal de otra raza y menor valor genético aditivo, pero es esperable como se sabe en la práctica que también sea superior a un toro Angus de menor valor genético, como se observa cuando se los compara con el argentino Brutal. Por esto puede decirse que los resultados observados se deben al mayor valor aditivo y no al bajo porcentaje de heterosis.

## CONCLUSIÓN

El cruzamiento es una herramienta estratégica que permite incrementar la producción sin aumentar los costos. La selección no es una práctica opuesta, sino que mediante ésta se incrementa el valor aditivo de los individuos que se pretende cruzar y así se logran mejores efectos de la heterosis.

En el estudio analizado no se puede decir que la selección sea mejor que los cruzamientos, sino que son complementarios y la utilización de uno afecta al otro. Los toros de alto mérito genético mediante selección por crecimiento utilizados como raza pura superan a un toro de otra raza que tiene menos mérito genético. Por eso cuando se planifica un cruzamiento debe tenerse en cuenta que toros se utilizan y elegirlos, no sólo por los DEP's que presentan, sino también por los objetivos de selección que se tuvieron en cuenta al criar a esos animales, ya que esto puede contrarrestar los efectos que se espera encontrar.

En diversos estudios realizados se observa que al comparar poblaciones de animales puros tanto de raza Hereford como Angus con las poblaciones de los hijos de tales cruzamientos, el resultado es favorable para los cruza. Por esto es que se deduce que en este trabajo no se comparan poblaciones, sino el efecto que ejerce el valor aditivo de un toro en comparación con otro, no se puede conocer entonces cuál es el efecto observado por heterosis y cuál por valor aditivo; esto impide decidir si los cruzamientos sirven para aumentar la producción de determinado establecimiento.

A modo de cierre es oportuno aclarar que debe buscarse la suficiente información a la hora de diseñar un sistema de cruzamientos, ya que de esta manera se asegura la adecuada comparación entre poblaciones y no entre toros utilizados.

## BIBLIOGRAFÍA

BALCELGA, ., 2012. “Genética Cuantitativa II. Los cruzamientos en producción animal.” Consultado: 20/02/2018.

CARDELLINO, R.A., 1995 “Mejora genética de bovinos de carne en condiciones extensivas”. Archivos de zootecnia, vol. 44, núm. 166-167. Consultado: 25/05/2017.

CIENFUEGOS, E.G-RIVAS, ORÚE, M.A.R-RÍOS, BRIONES, M-LUENGO, MARTÍNEZ, J.M-GONZALEZ, 2006. “Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne y sus cruza.” Consultado: 20/02/2018.

ESPASANDÍN A.C, DUCAMP F, 2004. “El uso de cruzamientos vs. la utilización de razas puras para la producción de carne bovina.” Cangüe, Rev. De la E.E. Dr. Mario A. Cassinoni. [http://www.produccion-animal.com.ar/genetica\\_seleccion\\_cruzamientos/bovinos\\_de\\_carne/64-cruzamientos\\_vs\\_razas\\_puras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/64-cruzamientos_vs_razas_puras.pdf) Consultado: 12/04/2017, 10/05/2018.

FALCONER, D.S., MACKAY, T.F.C, 1996. “Introducción a la Genética Cuantitativa”. Consultado: 5/11/2017.

FRANKE, E., TAWAH, C., HABET, O., DE ROBEN, S., WILLIAMS, A., 2001. “Direct and maternal genetics effects on birth and weaning traits in multibreed cattle data and predicted performance of breed crosses”. Journal of Animal Science 79 (7): 1713-22 <https://www.researchgate.net/publication/11877625> Consultado: 19/06/2018.

GIMENO, D., BERRETTA, E.J., SEVERINO, R., MATTOS, D., SECCO, M., 2002. “Cruzamientos en bovinos para carne” Consultado: 20/04/2018.

HEREFORD WORLD, 2009. “Proyect Proves Profitability of Hereford-Angus cross.” [https://hereford.org/static/files/0709\\_CircleAResults.pdf](https://hereford.org/static/files/0709_CircleAResults.pdf) Consultado: 19/04/2018.

HUNTER, J.C., 1986. “Reciprocal Crossbreeding of Angus and Hereford cattle 1. Growth of heifers and steers from birth to the yearling stage.” ISSN: 0028-8233 <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00288233.1986.10423494> Consultado: 19/04/2018.

KRAJNC, M., 2011. “Alternativas para incrementar la rentabilidad en la cría bovina”. Biblioteca Digital de la Universidad Católica de Argentina. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/alternativas-incrementar-rentabilidad-cria-vacuna.pdf> Consultado: 22/05/2017.

LAGOS, F., 1998. "Cruzamientos entre bovinos de carne". Consultado: 21/03/2017. 13/05/2018.

LOPEZ VALIENTE, S., 2001. "Diferencias Esperadas en la progenie en la elección de toros". [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_eleccion\\_de\\_toros.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_eleccion_de_toros.pdf) Consultado: 28/09/2017.

LEMA, M., CIAPPESONI, G., ESPASANDÍN, A., GIMENO, D., 2015. "Cruzamientos en bovinos para carne para sistemas ganaderos". Consultado: 19/06/2018.

LÓPEZ, R., DEARMA, S., CEBALLOS, S., CERMINATTI, N., 2016. "La tasa de extracción: un indicador... ¿o un modelo?". Agromensajes 45: 42-46. [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/80-tasa\\_extraccion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/80-tasa_extraccion.pdf) Consultado: 10/02/2018.

MAGOFKE, J.C., GARCÍA, X., 2012 "Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales. II Heterosis en medidas que influye sobre la productividad al destete en el bovino de carne". Consultado: 20/06/2018.

MENCHÓN P., 2007. "Terneros careta: Cruzas de Calidad." La Nación, Secc. 5° campo. 02.06.07. [http://www.produccion-animal.com.ar/genetica\\_seleccion\\_cruzamientos/bovinos\\_de\\_carne/04-caretas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/04-caretas.pdf) Consultado: 20/03/2017.

MOLINUEVO, H.A. 1995. "Genética zootécnica de bovinos para carne." Consultado: 31/10/2017, 11/05/2018.

MOLINUEVO, H.A. 2005. "Genética Bovina y producción en pastoreo." Consultado: 15/11/2017.

MENCHÓN P., 2007. "Terneros careta: cruzas de calidad". La Nación. Consultado: 28/09/2017.

MEZZADRA, C. 2005. Los cruzamientos en bovino para carne, una herramienta interesante. Sitio argentino de producción animal. [http://www.produccion-animal.com.ar/genetica\\_seleccion\\_cruzamientos/bovinos\\_de\\_carne/83-cruzamientos\\_mezadra.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/83-cruzamientos_mezadra.pdf) Consultado: 29/05/2017; 28/09/2017.

MEZZADRA, C. 2013. "Los Cruzamientos en bovinos para carne; una herramienta interesante". <http://www.agrositio.com/vertext/vertext.php?id=53090&se=> Consultado: 10/05/2018.

MEZZADRA, C.; FAVERIN, C.; REID, L.; PAVAN, E.; SANTINI, F. (1999). "Evaluación de novillos de diferentes grupos genéticos en sistemas de engorde con grados variables de intensificación." Actas, 29° Congreso Argentino de Genética: 337. Consultado: 10/05/2018.

POURRAIN, A., 2001. "Los biotipos en el ganado vacuno." E.E.A. INTA Mercedes, Noticias y Comentarios N° 357. [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/razas\\_bovinas/07-](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_bovinas/07-)

[biotipos.pdf](#) Consultado: 20/02/2018.

REARTE, D., 2011. “Situación actual y prospectiva de la producción de carne vacuna”. Programa Nacional Carnes. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-situacionactual\\_prospectiva\\_produccion\\_carnevacuna.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-situacionactual_prospectiva_produccion_carnevacuna.pdf) Consultado: 10/02/2018.

WEABER, B., 2015. “Cruzamiento para producciones comerciales de bovinos de carne.” Consultado: 11/02/2018.