



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería Agronómica

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero Agrónomo**

Autor: Victoria Franco

Tutor: Rodolfo Oscar Braun

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Dedicatoria

A mis padres, mis abuelos, mis hermanas, mis amigos, Laura, Néstor y Agustín, gracias por acompañarme y apoyarme siempre.

Agradecimiento

Agradezco a la empresa Lartirigoyen y Cía. por su buena disposición y por brindarme soporte en este tiempo de trabajo en mi tesis de grado; al Dr. Rodolfo Oscar Braun por su interés y gran apoyo para realizar esta investigación.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	4
Palabras clave	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS GENERALES	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
HIPÓTESIS DE TRABAJO	27
MATERIALES Y MÉTODOS	28
Sitio de la investigación	28
Descripción de la granja y flujo de producción	31
Parámetros productivos de la granja	34
Diseño de la investigación	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62

RESUMEN

La inmunocastración en cerdos inhibe la acción de las gonadotrofinas hipofisarias y, en consecuencia, reduce la actividad sexual en la etapa de engorde. En los machos disminuye el olor sexual por ausencia de la secreción de la hormona testosterona y en las hembras la reducción de estrógenos, atenuando la libido sexual, peleas y montas durante el estro. En la presente investigación se trataron machos y hembras con vacunas inmunizantes comerciales y se compararon variables productivas y patrones de comportamiento animal con hembras no inmunocastradas. Se evaluaron 24 grupos de cerdos de 60 individuos cada uno en promedio ± 5 , desde el destete a la faena ($6,9 \pm 0,2 - 129 \pm 6$ kg), con la siguiente distribución: 6 grupos con cerdos macho inmunocastrados, 8 grupos con hembras inmunocastradas y 10 grupos de hembras sin el tratamiento. La aplicación del inhibidor de las gonadotrofinas la recibieron los tratados a la misma edad y en dos dosis. Los tratamientos se ordenaron en un diseño experimental completamente aleatorizado, desbalanceado. Se midió en cada tratamiento los valores medios cuantitativos de ganancia de peso diario de nacimiento a faena (kg/día) – GDP, consumo alimenticio (kg/día), eficiencia de conversión alimenticia (consumo/GDP), edad a faena (días) y calidad de res en el romaneo (% de Magro). Se realizaron estudios etológicos después de la segunda vacunación para la observación de estereotipias y valorar la normalidad o no de los comportamientos, las pautas sociales de organización y jerarquías, la motivación y la expresión de preferencias de los animales alojados en grupos. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos de hembras en las variables productivas, pero presentaron comportamientos diferentes durante el engorde, resultando muy agresivas las cerdas no inmunocastradas. Los machos inmunocastrados aumentan más de peso, pero resultaron a la faena menos magros que las hembras independientemente si son o no castradas.

Palabras clave: cerdos, inmunocastración, hembras, comportamiento animal

INTRODUCCIÓN

El cerdo, es un animal mamífero mayor, monogástrico y omnívoro, que puede encontrarse en estado salvaje o doméstico. Su nombre científico en estado natural es *Sus scrofa ferus* conocido como jabalí o cerdo silvestre a diferencia de aquellos domesticados que reciben el nombre de *Sus scrofa domesticus*.

La carne de cerdo toma un papel muy importante en la alimentación mundial en la actualidad. Por su alto valor nutritivo y agradable sabor la hace una de las principales fuentes de alimentación, ocupando el segundo lugar de su consumo a nivel mundial. Aporta menor cantidad de colesterol y calorías comparada con otras carnes; es fuente de vitaminas y minerales, es considerada una carne saludable por su menor contenido en sodio y alto contenido en potasio.

El olor sexual, característica sensorial de olor a orina en carnes procedentes de cerdos machos enteros, es producido por la combinación de hormonas androgénicas como la testosterona y androsterona, de tipo esteroidal que se producen en las células de Leydig de los testículos y el escatol producto que se obtiene de la degradación anaerobia intestinal del triptófano. Le corresponde a la testosterona ser la hormona principal que produce este olor por lo cual el principal método tradicional para su eliminación es la castración quirúrgica y/o extracción de testículos (Albetis, 2009).

La castración quirúrgica se ha empleado desde hace siglos dentro de la producción porcina; esta técnica es practicada en lechones destinados al engorde con la finalidad de eliminar las características sexuales del verraco que se caracteriza por su comportamiento agresivo y el mal olor y sabor de la canal. Una alternativa eficaz y eficiente es la inmunocastración, mediante administración de vacunas (improvac); este procedimiento contempla la aplicación de dos dosis del inmunodepresor, provocando la eliminación de esteroides como la testosterona y androsterona, así como el descenso de su concentración, el aumento de la eliminación del escatol y la reducción del tamaño testicular (hipoplasia).

La agresividad es una característica muy notoria desde que los cerdos machos entran al periodo reproductivo, los productores porcinos tienen como prioridad la eliminación del olor a orina, dado que esta característica disminuye la calidad organoléptica de la carne haciéndola inaceptable para los consumidores, ya que

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

al momento de la cocción desprende un sabor y olor desagradable provocando el rechazo del consumidor al comerla (Cardelino, 2013).

La castración como manejo rutinario obliga a los sectores pecuarios a emplear métodos alternativos como requisito del mercado, que sustituyan la castración quirúrgica buscando consideraciones de bienestar animal y evitar el rechazo social de los consumidores (Gómez, 2013). La calidad de la canal y de la carne es un factor determinante en la castración de los cerdos machos (Horjacada *et al.*, 2013). Los tejidos grasos contienen una acumulación de androsterona y escatol dando como resultado un olor indeseable del cerdo, los niveles aumentan con la madurez sexual produciendo una asociación positiva entre el aumento de peso al sacrificio y el mayor riesgo de sufrir contaminación (Brewster y Nevel, 2013). La castración quirúrgica se suele aplicar en los primeros días de vida de los lechones, con el objetivo de evitar el desagradable olor sexual de la carne del cerdo macho entero cuando llegue al sacrificio en la etapa final de engorde, en la etapa de terminación se sabe que la castración suele ser traumática, dolorosa y riesgosa, por tal razón la inmunocastración es eficaz para evitar estos eventos (Trujillo *et al.*, 2011).

Los verracos presentan un olor y sabor desagradable al consumidor, esto se debe a los efectos por parte de la androsterona y escatol depositados en la grasa, sin embargo, se sabe que los cerdos de engorde no castrados tienen mejores resultados que los castrados (Trujillo *et al.*, 2011). Los machos enteros presentan comportamiento sexual y conductas agresivas que deben ser evitadas, por lo cual la castración quirúrgica es actualmente el método más utilizado para prevenir estas desventajas en la producción de cerdos, con esta práctica se busca facilitar el manejo de los machos en los planteles productivos (Villarroel y Nathaly, 2016).

La castración inmunológica es una alternativa muy buscada para mejorar el bienestar animal en comparación de la castración física de los lechones que es un procedimiento doloroso y estresante, sin embargo, las inyecciones necesarias para la inmunocastración pueden causar dolor y estrés (McGlone *et al.*, 2016).

La castración química es la administración de acetato mineral en ambos testículos o epidídimo, con una cantidad lo suficiente para reducir el nivel de testosterona en el suero de los cerdos por debajo de un macho entero; es otro método para castrar cerdos, que consiste en la modulación de la producción de testosterona e impida la conversión enzimática de testosterona en androsterona,

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco

produce una eliminación de la actividad sexual del animal bloqueando la producción natural de hormonas sexuales (Vela Girón, 2012). Las inyecciones intratesticulares de ácido láctico, provocan la esclerosis y atrofia de los testículos (Bonneau y Enright, 1995).

La castración inmunológica o inmunización contra la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH / GnRF), suprime la actividad testicular mediante la estimulación de anticuerpos contra la producción de GnRH, en el hipotálamo dicha hormona es responsable de la función testicular (Morales *et al.*, 2010). Tanto el escatol, (metabolito del triptófano con olor fecal) y la androsterona (esteroide gonadal), son los principales compuestos de la fuente testicular, estos dos contribuyen el “olor y sabor sexual” (Figura 4), específico del cerdo, ambas sustancias encontradas en el tejido adiposo, las altas concentraciones de escatol en el tejido adiposo son el resultado de un proceso complejo, que incluye la formación microbiana en el colon, la absorción, el metabolismo y la acreción en la grasa (Wesoly y Weiler, 2012).



Figura 4. Influencia testículos en el olor sexual del cerdo macho.
Fuente: Pfizer Sanidad Animal 2010

La inmunocastración es un procedimiento que puede reemplazar la cirugía de cerdos machos, empleando la inmunización anti-GnRH. Ha demostrado su eficacia reduciendo la concentración de las principales hormonas responsables de causar el olor de la carne (Caldara *et al.*, 2013). Implica dos aplicaciones con un análogo incompleto de GnRH conjugado a una proteína portadora en un

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

sistema reactogénico-adyuvante bajo. Después de la segunda inmunización en el cerdo hay un aumento de la ingesta de alimento, tasa de crecimiento y la deposición de grasa corporal total en comparación con machos enteros. La inmunización de machos enteros frente al factor de liberación de gonadotrofina (GnRH) es una estrategia para eliminar el olor sexual, siendo a la vez una alternativa favorable para el bienestar animal a la castración física (Moore *et al.*, 2016).

Los cerdos machos no castrados tienen una mejor conversión del alimento y la carcasa con un mayor porcentaje de carne que machos castrados, pero la castración es necesaria debido a las altas concentraciones de androsterona y escatol acumuladas en la grasa subcutánea e intramuscular de machos no castrados (Bruno *et al.*, 2013). Los cerdos inmunológicamente castrados (IC) presentan consistentemente una ganancia diaria de peso mayor y una eficiencia de alimentación mejorada en comparación con los cerdos físicamente castrados (CF); después de la segunda dosis de Improvac, las carcasas de los IC son consistentemente más delgadas que los CF debido a la menor grasa de la canal, lo que finalmente resulta en un aumento de los rendimientos de corte de la canal (Lowe *et al.*, 2014). La inmunocastración es una alternativa a la castración quirúrgica que permite obtener carne libre de olor sexual, eliminando la función testicular (Figura 5), mediante vacunación contra el factor liberador de gonadotrofinas (GnRh) (Brunius *et al.*, 2011).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco



Figura 5. Improvac en la eliminación del olor sexual del cerdo macho.
Fuente: Pfizer Sanidad Animal 2010

La preocupación de los consumidores por el bienestar de todos los animales, incluidos los de producción, ha llevado a los investigadores a realizar diferentes estudios y publicar artículos científicos concretos que hacen referencia a la castración en porcinos. La castración quirúrgica en machos es común y hoy también la castración química.

La castración quirúrgica en hembras no es usual en nuestro país y tampoco hay legislación sobre ella. La castración quirúrgica de las hembras está prohibida en toda la Unión Europea. La endocrinología que caracteriza la fase folicular y la fase luteal del ciclo sexual de las cerdas, se centra en las concentraciones en sangre periférica de las hormonas más importantes que regulan el ciclo sexual en la cerda. Las células de la capa granulosa del folículo son las encargadas de producir estrógenos y progesterona; las células de la teca producen andrógenos (Conley *et al.*, 1994). Las hormonas esteroideas más importantes producidas por los folículos son los estrógenos. Existe una caída de los niveles de FSH acompañada por un aumento del 17 β -estradiol (Wilfinger *et al.*, 1973). Esta caída de la FSH ocurre durante la máxima concentración de estradiol y va seguida por el pico preovulatorio de LH y otro posterior de FSH. Así pues, parece ser que los estrógenos, en la fase folicular avanzada, suprimen la concentración de LH y FSH para más tarde favorecer el desencadenamiento de un pico preovulatorio de LH y otro segundo posterior de FSH que se produce hacia el

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco

segundo día del ciclo, sin haberse aclarado bien su misión. La secreción de FSH durante la fase folicular está controlada predominantemente por el péptido ovárico inhibina, mientras que el factor liberador de gonadotropinas (GnRH) juega un papel menor en la liberación de FSH (Taya *et al.*, 1991). La inhibina, producida en concentraciones crecientes por los folículos en crecimiento, inhibe la secreción de FSH desde la fase folicular temprana hasta la tardía. La inhibina juega un papel importante en el control de la FSH después del destete (Wheaton *et al.*, 1998). Lo cierto es que, para frenar la producción de hormonas gonadotróficas a partir de la GnRH hipofisaria es importante inyectar un inhibidor gonadotrófico que impida que la cerda entre en pubertad y desencadene comportamientos de baja ingestión y estereotipias de conductas agresivas que conllevan a disminución de la ganancia diaria de peso, mala eficiencia de conversión y lesiones en la piel por monta, mordeduras y agresión durante el celo en los alojamientos grupales. Mantener las cerdas en engorde anéstricas hasta la faena debe garantizar resultados productivos superiores a las que desarrollan esto una, dos y hasta tres veces previo a la faena, que en la actualidad se sitúa en los 120 -125 kg y más de 170 días de vida (Brunori *et al.*, 2009).

La hormona hipotalámica liberadora de las gonadotropinas (GnRH), estimula al lóbulo anterior de la hipófisis a la secreción de las hormonas sexuales FSH y LH, dichas hormonas estimulan a los ovarios a la producción de estrógenos que influyen en las características sexuales y cuyo comportamiento externo se expresa con el reflejo de inmovilidad en hembras, que se manifiesta durante el celo en clara alusión a una ovulación, y en caso de ser hembras destinadas a la reproducción, dicho comportamiento se ajusta al momento óptimo del servicio o fertilización de la hembra (Braun, 2016).

La inmunocastración en hembras mejora el consumo medio diario, ganancia media diaria e índice de conversión con respecto a las castradas quirúrgicamente. Las hembras inmunocastradas se comportan como enteras hasta la segunda dosis de vacuna. El consumo medio diario de las mismas se incrementa de forma significativa después de la segunda aplicación (medias superiores al 20 %), siendo muy similar al de los machos castrados, lo que permite optimizar fórmulas de alimentos y curvas de alimentación (Agudelo-Trujillo, 2011).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco

Después de la segunda dosis de Improvac, tanto la actividad sexual de las hembras, como su comportamiento de montas desaparecen. La atrofia de ovarios y útero (cuerpo y cuernos) en las cerdas vacunadas con Improvac es muy marcada con respecto a las enteras (Figuras 6 y 7).



Figura 6: Desarrollo de los ovarios en cerdas inmunocastradas y no inmunocastradas

Agudelo-Trujillo, 2011

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco



Figura 7: Desarrollo del aparato reproductor en cerdas inmunocastradas y no inmunocastradas

Agudelo-Trujillo, 2011

Agudelo-Trujillo (2011), expresa como resultado de sus investigaciones que en cerdas inmunocastradas se mejora el consumo medio diario de alimento, ganancia media diaria e índice de conversión con respecto a las castradas quirúrgicamente y las no castradas. También que existe un beneficio económico por hembra castrada con Improvac frente a enteras y castradas quirúrgicamente, y que dicho beneficio se ve incrementado a medida que aumenta el precio de las materias primas de alimentación. Asimismo, la calidad de la canal (rendimientos jamones, lomos y paletas), así como la calidad de la carne: color, grasa intramuscular, conductividad, pH_{24} (24 h *postmortem*), porcentaje de magro y mermas, son homogéneos en los grupos de hembras castradas tanto quirúrgicamente como con Improvac.

Agudelo y Gómez (2016), han demostrado que la inmunocastración incrementa el consumo de alimento, la ganancia y el peso final de las hembras sin deteriorar su conversión alimenticia, incluso cuando se sacrifican a un peso relativamente alto; y que cuatro semanas entre segunda dosis de IC y sacrificio dan resultados similares a seis semanas.

En contrario, Batista Samadiego y Saavedra Arcia (2017), determinaron que la ganancia diaria de peso, el consumo alimenticio, el índice de conversión alimenticia y el peso final no son afectados por la inmunocastración en las cerdas, aunque al inmunocastrar las cerdas se inhibe el efecto de la pubertad y se reduce el peso de todas las partes del tracto reproductor. También que la inmunocastración de las cerdas no afecta las escalas de color L y b pero si tiene

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

un efecto sobre la escala de colores “a”, además se disminuye la deposición de grasa dorsal. Recomiendan realizar más estudios utilizando un mayor número de repeticiones para evaluar de manera más eficiente las variables de color de la carne, pH, dureza y grasa intramuscular, y también, hacer un análisis de rentabilidad para comparar la técnica de la inmunocastración con el engorde convencional de cerdas.

Palma Granados *et al.* (2018), también sostienen que los resultados obtenidos en experimentos realizados con machos y hembras inmunocastrados no existieron diferencias relevantes en parámetros de crecimiento ni en las características de la canal al incrementar el nivel proteico de la dieta en los cerdos machos y hembras inmunocastrados, aunque el grupo de machos inmunocastrados presenta mejores índices productivos globales que el resto de grupos experimentales. A medida que se avancen en resultados con datos sobre parámetros metabólicos y de expresión génica, se podrá dilucidar el papel que la inmunocastración puede jugar en el crecimiento y desarrollo de tejido magro en el cerdo.

De acuerdo a estudios de Gómez (2013), las hembras ibéricas enteras se caracterizan productivamente por menor consumo de alimento que las castradas químicamente, menor ganancia media diaria que las castradas, mejor eficacia alimentaria, más problemas de lesiones, recesos de crecimiento y muertes que las castradas químicamente, limitación de peso al sacrificio en base a calidad y cantidad de deposición de grasa, dispersión de pesos con respecto a machos castrados, más dificultades en el manejo por comportamiento de montas y falta de apetito durante los celos. También expresa el autor, que las cerdas inmunocastradas tienen mayores consumos diarios de alimento (> 20 %), ganancia media diaria (19-22 %) e índice de conversión (1 - 2 %) que las hembras enteras.

Improvac es la vacuna de uso internacional para la inmunocastración en machos y hembras porcinos. De acuerdo a la European Medicines Agency: Sci Medicines Health (2009), la vacuna Improvac es un medicamento veterinario utilizado en cerdos machos para reducir el «olor a verraco» de la carne obtenida tras su sacrificio. El laboratorio Zoetis internacional, propietario del principio activo de Improvac a nivel mundial sostiene que el olor a verraco consiste en un olor o sabor desagradable que puede aparecer en la carne de cerdo o sus derivados procedentes de cerdos machos maduros enteros. El olor a verraco se debe a la

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco

producción y acumulación de los compuestos naturales androsterona y escatol en la carne de estos animales. Improvac se utiliza como alternativa a la castración física (extirpación de los testículos) para reducir la presencia de estos compuestos. Improvac también reduce el comportamiento agresivo y sexual (monta) en los cerdos. El principio activo de Improvac es el conjugado de proteína análogo del factor de liberación de la gonadotropina (GnRF). Improvac se presenta en solución inyectable y solo puede dispensarse con receta. Se administra a cerdos machos en dos inyecciones con un intervalo de al menos 4 semanas. La primera inyección se suministra a partir de las 8 semanas de edad y la segunda, entre 4 y 6 semanas antes del sacrificio. La inyección se coloca bajo la piel del cuello, justo detrás de la oreja con pistola automática (figura 8).



Figura 8: Vacuna Improvac junto con pistola especial para su administración

Improvac empieza a hacer efecto una semana después de la segunda inyección. Las concentraciones de androstenona y escatol se reducen entre 4 y 6 semanas después de la segunda inyección y la disminución de los comportamientos agresivo y sexual se observa entre 1 y 2 semanas después de la segunda inyección.

Para el caso de hembras inmunocastradas se comportan como enteras hasta la segunda dosis de vacuna. El consumo medio diario de las mismas se incrementa

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

de forma significativa después de la segunda aplicación (medias superiores al 20 %), siendo muy similar al de los machos castrados, lo que permite optimizar fórmulas dietarias y curvas de alimentación (Vela Girón, 2012). Zoetis internacional, sostiene que las primeras experiencias de inmunocastración en cerdos ibéricos datan del año 2008, donde se comenzó en edades a matadero de 41 - 43 semanas de vida en ensayos llevados a cabo por González (2008). Se realizaron diferentes ensayos inicialmente con 2 y 3 dosis en diferentes edades, para concluir en base a los mejores resultados, aplicar dos dosis de Improvac subcutáneo a las semanas 19 y 31 de vida. La segunda dosis corresponde entre 10 ± 2 semanas previas al sacrificio para optimizar su efecto. Las pruebas de campo están realizadas sobre animales que ya disponían de una curva de consumo estandarizada y múltiples alimentos definidos previamente en base a controles anteriores tanto de pesos, consumos y crecimiento durante la fase de engorde, tomando como objetivos la calidad de carne, con el mejor índice de conversión ajustado a una ganancia media diaria de peso adaptada a la edad del sacrificio. Hasta la fecha se disponen de datos de más de 30.000 cerdas ibéricas inmunocastradas, permitiendo reflejar algunas conclusiones (Horcajada *et al.*, 2013). Después de la segunda dosis de Improvac, tanto la actividad sexual de las hembras como su comportamiento de montas desaparecen. En la experiencia la atrofia de ovarios y útero (cuerpo y cuernos) en las cerdas vacunadas con Improvac es muy marcada con respecto a las enteras.

Desde el punto de vista bioquímico la gonadotrofina hipofisaria GnRF natural, es un péptido lineal de 10 aminoácidos (proteína) que controla la reproducción, y la inmunocastración se basa en un antígeno inmunizante, que es un análogo sintético modificado que evita que la unión de la GnRF a su receptor en la membrana de las células gonadotropas de la adenohipófisis. La modificación del análogo y conjugación con la proteína portadora evita cualquier unión al receptor hipofisario, y elimina así por completo cualquier actividad hormonal potencial de la GnRF. Por el mecanismo de acción del antígeno inmunizante se considera una vacuna a pesar de no contener agentes vivos o muertos en su preparación (Gadsby *et al.*, 1990). La inmunocastración es un manejo alternativo que cada día se incrementa más su popularidad con un uso creciente alrededor del mundo. La inmunocastración es una herramienta viable para mejorar la competitividad y lograr una reducción en los costos de producción, algunos

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

sostienen que no implementar la inmunocastración hoy en día es perder competitividad y eficiencia.

La castración como manejo rutinario obliga a los sectores pecuarios a emplear métodos alternativos como requisito del mercado, que sustituyan la castración quirúrgica buscando consideraciones de bienestar animal y evitar el rechazo social de los consumidores de canales de machos enteros. La calidad de la canal y de la carne es un factor determinante en la castración de los cerdos machos. Los tejidos grasos contienen una acumulación de androsterona y escatol dando como resultado un olor indeseable del cerdo, los niveles aumentan con la madurez sexual produciendo una asociación positiva entre el aumento de peso al sacrificio y el mayor riesgo de sufrir contaminación (Brunori *et al.*, 2012).

Pronuncia Braun (2012), que el peso de la canal al sacrificio viene determinado por diversos factores: genotipo, edad, sexo, condiciones de alojamiento y alimentación, entre otros. Factores que pueden afectar de forma directa o indirecta al peso de la canal, que deben conocerse para controlarlos y obtener a las mismas edades de sacrificio pesos de canales similares y uniformes. Así, para un mismo genotipo, los cerdos van a dar canales de mayor peso y contenido graso con la edad. Igualmente, el sexo (machos enteros o castrados y hembras inmunocastradas o no) va a influir en diversas variables como consumo voluntario, velocidad de crecimiento, relación entre deposición de grasa y proteína e índice de transformación; todas ellas afectan por tanto al peso final de la canal obtenida. Señala también el autor, que las cerdas inmunocastradas tienen mayor capacidad de presentar carnes infiltradas con grasa intramuscular que las hembras no inmunocastradas. Estas diferencias apreciadas varían en función de la raza, edad y la calidad y forma de racionamiento del alimento.

Formulan Braun y Cervellini (2010), que los animales de granja naturalmente forman rodeos o rebaños, lo cual permite manejarlos en grandes grupos con razonable eficiencia de alimentación y manejo. Ellos tienen un fuerte instinto de grupo de manera que aislar un individuo de su grupo, puede ser muy estresante. Los individuos aislados usualmente se vuelven nerviosos y su comportamiento es más dificultoso de predecir que el del grupo. Los cerdos durante las etapas de recría y terminación en pistas establecen órdenes sociales para comer, beber y buscar abrigo para dormir. En las pariciones en el cerdo, los operadores destetan a los lechones dentro de grandes grupos. En algunas explotaciones

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

menos intensivas, dos cerdas y sus camadas pueden ponerse juntas, entonces hay varias camadas combinadas en el momento del destete. En cuanto a comportamiento de grupo, cada uno de los sistemas generales de comportamiento tienen por lo menos alguna tendencia a juntar a los animales, excepto el comportamiento agonístico, el cual hace que los animales guarden distancia o se mantengan aparte. El comportamiento ingestivo y el investigador pueden agrupar a los animales, si ellos están investigando los alrededores del ambiente y buscando alimento. La investigación mutua, una fuente común de alimento, o la lactancia pueden agrupar a los animales. En los animales que forman rebaños, el comportamiento alelomimético es una fuerza cohesiva fuerte y constante (Díaz, 2007). Por el seguimiento y la imitación de unos con otros forman grupos estrechamente organizados. Los comportamientos de cuidados solicitados y cuidados dados son también fuerzas poderosas de atracción. El comportamiento sexual causa fuerte atracción, particularmente en ciertos momentos y estaciones. Así, muchas especies animales formarían grupos sociales, aún si no son tenidos juntos en corrales. Alrededor de la pubertad esto trae consecuencias en los rendimientos productivos y carniceros.

Cuando dos animales adultos extraños se encuentran por primera vez es probable que estos respondan con una pelea suave o severa. Como resultado un animal pierde y el otro gana. Este comportamiento es rápidamente reducido a un hábito, con el resultado de que un animal, el dominante, siempre ataca o amenaza, a la vez que el animal subordinado se somete o evita el contacto. Esta relación es una solución para el problema de conflicto o competencia, y usualmente resulta en un comportamiento relativamente tranquilo. Sin embargo, algunas parejas simplemente forman el hábito de atacarse siempre que se encuentran. Cuando los animales jóvenes son criados juntos, hay tendencia a formar hábitos de comportamiento pacífico, y la dominancia puede que nunca aparezca. Si esta aparece entre los animales jóvenes, es probable que se desarrolle sin peleas severas (Braun, 2016). En el manejo de los animales de granja, el colocar animales adultos del mismo sexo, frecuentemente resultan en peleas severas debido a que las relaciones de dominancia aún no han sido establecidas. En muchos grupos se desarrolla una organización de dominancia estable reduciendo las peleas manifiestas. Si se introducen animales extraños en tales grupos la desorganización social resulta en serias peleas.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

De acuerdo a Braun y Cervellini (2010), el comportamiento de los animales puede ser estudiado sistemáticamente a través de la descripción de patrones de comportamiento (etogramas). Cada especie tiene su patrón de comportamiento básico característico el cual puede ser parcialmente suprimido o exagerado bajo condiciones de domesticación. Sin embargo, la domesticación no ha producido nuevos patrones, sino que solamente ha modificado el antiguo. El entendimiento del comportamiento de una especie en particular involucra no solamente el conocimiento de su patrón de comportamiento básico y sus limitaciones, sino también los estímulos primarios o liberadores que los producen. Estas reacciones primarias pueden ser asociadas con otros estímulos, con el resultado de modificar el comportamiento por el proceso de aprendizaje. La comprensión de los patrones de comportamiento característicos de una especie es una parte esencial del cuidado y manejo exitoso. Un principio básico es que los animales deben conducirse de acuerdo a sus capacidades básicas y organización comportamental. Este principio puede ser utilizado para incrementar la productividad, usando el fenómeno de facilitación social para incrementar el consumo de alimento y en consecuencia la ganancia de peso. Un segundo principio básico es que los animales se ajustarían a una amplia variedad de nuevas condiciones utilizando períodos de socialización.

Braun y Cervellini (2004), confirman en una investigación que el comportamiento animal y la adaptación física forman parte de un medio de supervivencia que no sólo concierne a los mecanismos del sistema nervioso central, sino también el control genético o los aspectos modificados del comportamiento y las experiencias adquiridas por el animal en su vida. Tomando en cuenta las necesidades etológicas de los animales se puede evaluar la influencia de los sistemas de explotación sobre sus parámetros productivos. Para ello evaluaron si el alojamiento constituía un factor de estrés que condicionaba la calidad de carcasa expuesta al consumidor. Recriaron y engordaron dos grupos de cerdos de igual origen genético, uno alojado al aire libre (AL), (n= 119) y otro en confinamiento (C), (n=131), con igual régimen dietario. A la faena se evaluaron espesor de grasa dorsal, contenido de magro y pH de la carne. Los cerdos AL expresaron iguales condiciones de calidad de res en contenido de magro (AL 52,05 % vs. C 50,70 %; $p < 0,05$) y espesor de grasa dorsal (AL 21,78 mm vs. C 24,06 mm, $p < 0,05$), en tanto el pH de la carne descendió de 7,2 a 6,3 a las 24 h *postmortem*. En los cerdos C decayó de 6,6 a 5,3 en la primera hora

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

postmortem. La rápida acidificación implica reducida capacidad de retención de agua, circunstancia negativa para cortes frescos e industrialización de la carne.

El hacinamiento no es solamente falta de superficie de suelo. Puede existir la superficie correcta, pero tener un mal diseño de distribución o poca cantidad de bebederos y comederos, produce las mismas consecuencias negativas que una falta de espacio. La superficie mínima que necesita un cerdo es la superficie que ocupa al acostarse y depende de su peso y forma de echarse. Cuando hace frío los cerdos se tumban en decúbito esternal. Cuando hace calor en decúbito lateral para maximizar la superficie expuesta y con ello la pérdida de calor corporal. En la tabla 1 se constata la superficie mínima de suelo libre por categoría animal.

TABLA 1. SUPERFICIE MINIMA DE SUELO LIBRE POR TIPO DE ANIMAL	
Tipo de animal	Superficie de suelo libre (m²)
Hasta 10 kg	0,15
Entre 10 y 20 kg	0,20
Entre 20 y 30 kg	0,30
Entre 30 y 50 kg	0,40
Entre 50 y 85 kg	0,55
Entre 85 y 110 kg	0,65
Más de 110 kg	1,00
Cerda (de 2 a 5 animales)	2,48
Cerda (de 6 a 39 animales)	2,25
Cerda (40 o más animales)	2,03
Cerda joven (de 2 a 5)	1,81
Cerda joven (de 6 a 39)	1,64
Cerda joven (40 o más animales)	1,48
Verraco	6,00

Fuente: Avance en tecnología porcina (2006)

En los cerdos que se encuentran en la fase de engorde, el espacio disponible es un factor relevante y altas densidades llevan a diversos problemas de bienestar animal. En cuestiones de manejo, en esta fase, debemos tener en cuenta las relaciones sociales que se establecen en los grupos. El cambio de animales o redefinición de grupos, alteran estas relaciones jerárquicas ya establecidas y

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

pueden producir problemas de conducta muy importantes. Por lo tanto, los problemas durante esta fase están relacionados con altas densidades en los corrales, mezcla de animales y conductas redirigidas como caudofagia y canibalismo (Avances en Tecnología Porcina, 2006) (fotografía 1).



Fotografía 1: Caudofagia y canibalismo en cerdos por alta densidad animal.

Numerosos estudios demuestran que el efecto de la densidad de animales sobre el bienestar y los rendimientos productivos depende, indirectamente, de otros factores tales como la temperatura ambiente de la nave (Brumm y Miller, 1996; White *et al.*, 2008), el tamaño del grupo alojado en el mismo corral (Gonyou *et al.*, 2008), el tipo de suelo (Averós *et al.*, 2010) o el espacio de comedero (Morrison, 2003).

Definir el espacio adecuado para cubrir las necesidades de los cerdos, no solamente debe considerar el espacio para que éste se eche (Petherick y Baxter, 1981), sino también para que pueda regular su temperatura corporal y tener un comportamiento social correcto.

Se ha observado que los cerdos de 60 kg, dejan de agruparse cuando la temperatura alcanza los 16° C, incrementan la tendencia de echarse sobre slats a partir de los 18,8° C, aumentan la excreción sobre suelo sólido a partir de los 20° C y reducen su actividad para no producir calor a partir de los 24,2° C.

En cerdos de 25 kg se ha observado que la zona de descanso comienza a ensuciarse a partir de los 25° C y en cerdos de 100 kg a partir de los 20° C (Chapinal *et al.*, 2006).

A medida que se aumenta el tamaño del grupo en el corral, hay una pérdida de eficiencia. Este efecto se puede observar en los resultados de un estudio de

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Turner y Edwards (2003), en que se midió el impacto del tamaño del grupo de cerdos en la ganancia de peso y en el índice de conversión, y en las fases de transición, crecimiento y engorde de Da Silva Agostini (2013).

En el dimensionamiento de las pistas también debe haber un espacio social (Brunori, *et al.*, 2012). Se definen de dos tipos: espacio animal, que es aquella distancia a la que se puede mantener un individuo de otro sin que ninguno de los dos se vea amenazado; y espacio social, aquel que permite la relación entre individuos. Si las demandas de un espacio adecuado de un corral no se respetan, los problemas de jerarquías entre los animales pueden no llegar a resolverse y la agresividad entre ellos incrementarse. En el diseño de las instalaciones debe primar una buena planificación, un diseño eficiente de las mismas y un correcto manejo de las densidades.

La superpoblación de animales en los corrales modifica el patrón de excretas. Una alta densidad por unidad de superficie, no permite delimitar las zonas limpias de las sucias, aumentando el estrés en el comportamiento de los cerdos y disminuyendo la conversión alimenticia, aumentando las peleas e imposibilitando que los sumisos alcancen la ración diaria suficiente. (Braun y Cervellini, 2010).

En la etapa de engorde se sabe que la castración suele ser traumática, dolorosa y riesgosa, por tal razón la inmunocastración es eficaz para evitar estos eventos. El peso de faena con que llegan los híbridos actuales al mercado hace que, machos enteros y hembras en celo reduzcan ganancias diarias de peso y empeoren su conversión alimenticia por el comportamiento agresivo propio de animales en celo que viven en grupo a edades que superan en ocasiones, la precocidad de aparición de la pubertad. Además, se constituye en caso de no castrar, en mantener grupos separados por sexo (Duarte *et al.*, 2016).

Sostiene Steibel (2018), que en sistemas de producción porcina en confinamiento es común el reagrupamiento de individuos no familiarizados entre sí. Esta práctica facilita el manejo, porque permite la construcción de grupos relativamente homogéneos, pero trae acarreado el potencial de generar interacciones agresivas y comprometer el bienestar de los animales. Para evitar que las interacciones agresivas comprometan el bienestar de cerdos que son mezclados, se puede recurrir a diversas medidas, incluyendo prácticas de manejo como la inmunocastración y de selección genética por caracteres no

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

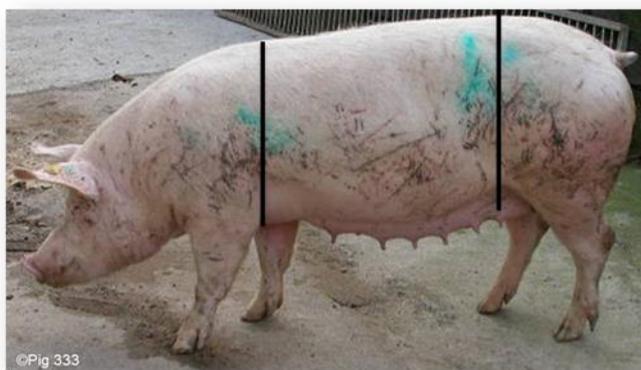
Victoria Franco

agresivos. Estas últimas, si bien manifestarán su beneficio a largo plazo, tienen el atractivo de generar cambios permanentes, es decir, vía selección se puede llevar a obtener líneas porcinas menos agresivas y más adaptadas a ser manejadas en grupos sujetos a remezclas frecuentes. Sin embargo, la selección genética requiere la definición de caracteres fenotípicos específicos, medibles y heredables sobre los cuales se pueda diseñar un programa de mejoramiento. Y en el caso de comportamiento, dichos caracteres no son tradicionalmente y sistemáticamente registrados por criadores de cerdos. Si bien la observación directa y registro del comportamiento pueden realizarse en el ámbito de la investigación académica, dichos registros son extremadamente difíciles de obtener en sistemas de producción comerciales. Por lo tanto, se impone, la definición de caracteres medibles en criaderos comerciales núcleos. Uno de esos caracteres es el conteo de lesiones en la piel que son el resultado de interacciones agresivas.

Los machos enteros presentan comportamiento sexual y conductas agresivas luego de la pubertad, las mismas deben ser evitadas, por lo cual la castración quirúrgica es actualmente el método más utilizado para prevenir estas desventajas en la producción de cerdos, con esta práctica se busca facilitar el manejo de los machos en los plantales productivos. Todo indica que ocurría lo mismo en hembras durante sus ciclos estrales en los alojamientos en grupos y que pueden ser evitadas. De acuerdo a estudios recientes de Wurtz *et al.* (2017), existe una correlación elevada ($r= 0,88$) entre comportamiento agresivo en cerdas púberes y lesiones según posición del cuerpo. La mayoría se agrede de frente donde hay mayor cantidad de moretones y contusiones y disminuye hacia los flancos y la parte trasera (fotografía 2).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 2: Lesiones en cerdas púberes según región del cuerpo

Steibel (2018)

Un supuesto muy restrictivo es que todos los animales en un grupo social interactúan de manera uniforme con cada uno de los miembros del grupo. Otro supuesto es que los efectos sociales o de competencia son constantes en el tiempo. La pregunta sería ¿es posible disminuir estos supuestos? La inmunocastración puede constituirse en una vía plausible de solución. En la fotografía 3 a y b, se observa el movimiento y comportamiento de hembras en terminación respecto al acceso al comedero, lo hacen en general las dominantes primero y están más tiempo en los mismos, mientras que las sumisas lo hacen rápidamente y en cortos períodos de tiempo, y muy atentas al momento de poder acceder a los comederos (Braun, 2016). De acuerdo a Steibel (2018) y Wurtz *et al.* (2017), esto se potencia durante los celos de las hembras. En grupos estables, luego que la jerarquía social ha sido establecida, las interacciones más comunes de comportamiento suelen suceder en los comederos.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotropinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 3 a y b: Comportamiento de las hembras en grupo respecto al momento de acceder a los comederos luego de la inmunocastración

Braun (2016)

Antes del sacrificio y durante las últimas semanas en los sitios de engorde, las hembras al no presentar celos, disminuyen la actividad exploratoria de agresión, las sumisas encuentran mayor tiempo para acceder a los comederos y estar comiendo en ellos, respecto a las dominantes que han bajado la agresión dentro del grupo. Esto indudablemente mejora la eficiencia productiva y la calidad de las carcasas (Steibel, 2018).

Los patrones de conducta en los cerdos recriados y terminados en pistas pueden de alguna manera medirse teniendo en cuenta cuánto tiempo por hora diurna y nocturna destinan a sueño y descanso, a desplazarse y estar parados, tiempo dedicado a peleas y juegos y al consumo de alimento. Esto es muy importante establecerlo en grupos castrados y no castrados y correlacionarlos a los indicadores de producción y calidad de carne.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

OBJETIVOS GENERALES

Caracterizar los efectos de la inmunocastración (vacuna Improvac) en hembras en crecimiento y terminación no destinadas a la reproducción, sobre la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y edad a faena desde su aplicación hasta el sacrificio.

Valorar los efectos de la inmunocastración (vacuna Improvac) sobre el contenido de magro (%) a la altura de la 3° y 4° vértebras lumbares que coincide con la intersección de la columna con las últimas costillas flotantes, a la altura del músculo *Longuissimus dorsi*, de acuerdo a los datos de romaneo del sacrificio de los grupos en las playas de faena.

Resaltar la posibilidad de aplicar métodos incruentos en la castración de los cerdos, garantizando el bienestar de los mismos y la producción de una carne inocua y de calidad satisfactoria para el consumo humano.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar resultados productivos y comportamiento animal, en machos inmunocastrados, y hembras con y sin inmunocastración.

Determinación de la ganancia media de peso diario de nacimiento a faena (kg/día) – GDP.

Consumo alimenticio (kg/día)

Eficiencia de conversión alimenticia (consumo/GDP)

Edad a faena (días)

Calidad de res en el romaneo (% de Magro)

Comportamiento animal dentro de los grupos: presencia de heridas y lesiones, morbilidad, mortalidad y estereotipias

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. Cerdas inmunocastradas que llegan a 120 kg de peso a la faena, mejoran la GDP y la ECA respecto de las no inmunocastradas a igual edad de faena.
2. Cerdas inmunocastradas mejoran la calidad de la res respecto de las no inmunocastradas.
3. Cerdas inmunocastradas reducen comportamientos de agresión, respecto de las no inmunocastradas, en consecuencia, atenúan indicadores improductivos.
4. Hembras inmunocastradas alcanzan iguales resultados productivos que machos inmunocastrados a igual peso de faena.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de la investigación

La experiencia se llevó a cabo en la empresa Lartirigoyen S.A.; ubicada en Dorila, La Pampa tres km. de la localidad hacia el sudeste, <https://goo.gl/maps/kcGKM9KCpE52>. Coordenadas · 35°47'00"S 63°42'00"O. A continuación, se detalla en una fotografía aérea el sitio de producción (fotografía 4).



Fotografía 4: sitio de producción de Lartirigoyen S.A.; Dorila La Pampa

En las fotografías 5 a y b se especifican los exteriores de las instalaciones de la granja. Las naves de engorde poseen una dimensión de 12,5 m de ancho por 50 m de largo, cuentan con techo de zinc a dos aguas y laterales cubiertos por cortinas de manejo manual. Entre naves hay una separación de 20 m.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografías 5 a y b: laterales de las naves y sistema de cortinas

En las fotografías 6 a y b se individualizan las vías de circulación de animales entre naves del flujo de reproducción (gestación y lactancia) y de producción (destete, recría y terminación).



Fotografías 6 a y b: distancia entre naves y vías de circulación para traslado de los animales

Los detalles interiores de las naves de terminación se especifican en las fotografías 7 a, b y c, con piso ranurado, techo a dos aguas cubierto internamente con poliuretano expandido y ventiladores para movilizar corriente de aire. Se observa también el sistema de distribución automática de alimento.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografías 7 a, b y c: interiores de las naves de terminación.

Descripción de la granja y flujo de producción

La empresa cuenta con un criadero de cerdos de 1100 madres, el cual se fundó en 2008 con las primeras 500 madres (instalaciones “viejas”) y en 2012 se duplicó la capacidad, construyendo las instalaciones necesarias (“nuevas”). Actualmente el criadero consta de:

- dos cachorreras

Una de ellas se utiliza para la recría de cachorras de 74 días de vida (cuando salen de la recría) hasta los 140 días de vida. Este galpón cuenta con 8 corrales con pisos slats de cemento, ventilación forzada y paneles evaporativos y la alimentación es manual.

La otra cachorrera es poblada por cachorras de 140 días hasta el momento en que entran en celo. La misma cuenta con 12 corrales con slats de cemento, alimentación automática y ventilación natural con ventiladores y foggers (microaspersores para distribuir agua en partículas pequeñas).

- dos galpones de gestación individual en jaulas

La gestación “vieja” tiene una capacidad para 452 cerdas, dispuestas en 3 filas. La ventilación se da a partir de cortinas manuales, ventiladores para la renovación de aire y foggers.

La gestación “nueva” tiene capacidad para 508 cerdas y la diferencia con la gestación “vieja” es que tiene ventilación por túnel de viento.

Ambas gestaciones tienen alimentación automática (se abastecen los comederos una vez al día), y pisos 50% slat y 50% sólidos.

- dos galpones de maternidad

El galpón viejo cuenta con cuatro salas con 24 jaulas cada una en corrales de 1,6 m x 2,4 m y divisorios plásticos.

El galpón nuevo cuenta con cinco salas de 25 jaulas cada una en corrales de 1,8 m y 2, 4m y divisorios galvanizados.

Ambos galpones poseen ventilación forzada y paneles evaporativos, alimentación y distribución automática y pisos slats plásticos y calefacción por lámparas infrarrojas.

- dos galpones de recría con ocho salas cada uno:

El galpón viejo cuenta con salas de 89,5 m² cada una mientras que las salas del galpón viejo son de 101 m². Todas las salas poseen pisos slats plásticos, comederos seco-húmedo, alimentación automática para fases 3 y 4 (Fase 1 y 2

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

se suministran manualmente), ventilación forzada, paneles evaporativos y calefacción con pantallas de gas.

- 16 galpones de engorde

Los ocho galpones “viejos” son de 408 m² distribuidos en 24 corrales y poseen ventilación natural por cortinas manuales con ventiladores y foggers.

Los galpones “nuevos”, en cambio, son de 432 m² distribuidos en 18 corrales y poseen ventilación por túnel de viento.

A continuación, se detalla en la fotografía 8 la distribución de los subsitios dentro del sistema.

Descripción del criadero



 LARTIRIGOYEN

Fotografía 8: Descripción del criadero. Distribución de los subsitios

En la fotografía 9 se especifica el tipo de comedero que se emplaza en las salas de recría en la parte superior la carga automática y la parte inferior que acciona el animal para descarga, y el suministro de agua en el mismo compartimento donde se alimenta.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 9: comederos de carga y descarga automática con bebederos en recria.

Por su parte, todos los galpones de engorde cuentan con comederos seco-húmedo, y al igual que la recria cuentan con descarga automática de alimento y bebedero combinado (fotografías 10 a, b, c y d).



Fotografías 10 a, b, c y d: 2 tipos de comederos seco – húmedo en las salas de terminación.

Las madres son inseminadas en la misma jaula donde pasan 110 días de gestación aproximadamente, momento en el cual son llevadas a las jaulas de las salas de maternidad. Allí, se las induce al parto con prostaglandinas al día 114

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

de gestación y en promedio paren al día 115. En proporción paren 13,9 lechones vivos por camada, de los cuales se logran destetar 12,47 a los 23 días de vida.

En este momento, la cerda vuelve a la gestación para ser inseminada al momento de entrar en celo, y los lechones son transferidos a salas de recría, donde permanecen hasta los 74 días de vida. Allí, se los transfiere a galpones de engorde donde se alojarán hasta el momento de carga a faena, a los 173 días de vida.

Parámetros productivos de la granja

- Objetivo de cuota de monta: 60
- Tasa de parto: 92,5%
- Lechones nacidos vivos: 13,9
- Nacidos muertos: 4,9%
- Momias: 2,8%
- Peso promedio de lechón: 1,3kg
- Camadas por cerda productiva por año: 2,49
- Lechones destetados por cerda parida: 12,47
- Peso promedio al destete: 6,41
- Edad promedio al destete: 23 días
- Destetados por hembra productiva por año: 31
- Peso promedio al salir de sitio II: 32,3 kg
- Edad promedio al salir de sitio II: 74
- GMD en sitio II: 0,504 kg/día
- Mortandad en sitio II: 1,2%
- Conversión alimenticia en sitio II: 1,48
- Peso medio salida sitio III: 121,6 kg
- Edad de salida sitio III: 173 días
- Conversión alimenticia: 2,6 kg de alimento/kg de peso vivo
- GMD: 0,939 kg/día.

La granja posee en el mismo predio la planta de alimentos donde se fabrican todas las fases dietarias para el ciclo productivo, excepto los alimentos de fase 1

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

y 2 que se suministran en micro-pellets comerciales, y son entregados a los comederos en forma manual. La planta está ubicada por fuera de la zona limpia, la cual se encuentra delimitada con cerco perimetral. Posee una capacidad de almacenamiento de 1000 toneladas. Para ingresar al criadero, se debe primero pasar por el biocontrol, el cual cuenta con vestuarios y duchas para operarios y visitas para asegurarse la higienización de toda persona que ingrese a la zona “limpia” donde se encuentran los galpones. En el cuadro 1 se expresan parámetros de consumo y relación de ingredientes para establecer el valor nutricional de las dietas experimentales de la empresa.

Cuadro 1: Parámetros de consumo y relación de ingredientes para establecer el valor nutricional de las dietas experimentales

	Hembras y Machos Inmunocastrados								Parametros Nutricionales			
	Kg/cabeza	Días x Fase	Edad Final Fase, d	Peso Inicial, kg	Peso Prom lbs	Peso Final, kg	Consumo kg/d	\$/kg *	\$/cerdo	% Lis Dig	EM Kcal/kg	Rel Lis EM
Desarrollo 1	25	14	89	34	77	43	1,81		\$ -	1,08	3495	3,09
Desarrollo 2 Tia 200 ppm CTC 300 ppm	29	14	103	43	99	55	2,10		\$ -	1,00	3498	2,86
Desarrollo 3	52	21	124	55	131	76	2,47		\$ -	0,90	3506	2,57
Terminador 1 Florfenicol 40 ppm	38	14	138	76	146	90	2,73		\$ -	0,86	3500	2,46
Terminador 2	60	21	159	55	166	110	2,88		\$ -	0,81	3507	2,32
Terminador 3	42	14	173	110	234	123	2,99		\$ -	0,71	3514	2,01
Total	247	98					2,52		\$ -			

Fuente: elaboración propia del autor (2018)

Diseño de la investigación

En el presente estudio se evaluaron 24 grupos de cerdos de 60 individuos cada uno en promedio ± 5 , desde el destete a la faena ($6,9 \pm 0,2 - 129 \pm 6$ kg), con la siguiente distribución: 6 grupos con cerdos machos inmunocastrados; 8 grupos con hembras inmunocastradas y 10 grupos de hembras sin el tratamiento. La aplicación del inhibidor de las gonadotrofinas (Improvac) la recibieron los tratados a la misma edad y en dos dosis. La primera dosis se aplicó tanto en machos como en hembras a los 90 días de vida. La segunda dosis a las hembras a los 118-120 días de vida y a los machos a los 130 días de vida. Cada dosis fue de dos ml. La edad al nacimiento, genética, alojamiento y tipo de alimentación resultó el mismo para toda la población. Los tratamientos se

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

ordenaron en un diseño experimental completamente aleatorizado, desbalanceado. Se midió en cada tratamiento los valores medios cuantitativos de ganancia de peso diario de nacimiento a faena (kg/día) – GDP, consumo alimenticio (kg/día), eficiencia de conversión alimenticia (consumo/GDP), edad a faena (días) y calidad de res en el romaneo (% de Magro). Las medias de las variables a medir fueron sometidas al test de Tukey HSD (InfoStat, 2008) para determinar significancia estadística e interacción sexo por tratamiento, o entre sexos. Además de las variables cuantitativas se realizaron estudios etológicos después de la segunda vacunación para la observación de modelos de conductas (estereotipias), las pautas sociales de organización de los grupos, la motivación y la expresión de preferencias de los animales alojados en grupos. Se ejecutó un estudio cualitativo de observación y se cuantificó analíticamente con escalas de frecuencias respecto del repertorio completo de comportamientos de un animal en su ambiente con relación a *sumisos* (se acercan poco a comederos y bebederos): 0 (ninguno) y 1 (uno o más de uno), *dominantes* (muchas frecuencias en bebederos y comederos): 0 (más de 3 a 5) y 1 (más de cinco), *libido y comportamiento de monta* (aparición de celo, monta entre machos o entre hembras): 0 (ninguno) y 1 (uno o más de uno), *superficie de áreas secas de descanso* (relación de áreas secas con áreas buffer y húmedas): 0 (50 -50); 1 (25 - 75), *canibalismo* (mordedura de colas, flancos y orejas): 0 (negativo) – 1 (positivo), *animales con o sin posibilidades de deambular, dolor para caminar, (AsD)* (\geq de 10/100 frecuencia alta= 1; menor 0), *golpes y contusiones cutáneas, heridas y moretones* (\geq de 10/100 frecuencia alta= 1; menor 0), y frecuencias sobre el nº de animales muertos (AM) (\geq de 5/100 frecuencia alta= 1; baja 0). Los individuos con alguna de las estereotipias mencionadas se registraron semanalmente y durante el período de terminación, pudiendo ser partícipe de la prevalencia de más de una de ellas, simultáneamente. Para cada variable se registraron observaciones durante siete semanas y se optó por registrar el valor de mayor repetibilidad para la opción de serie de frecuencias de cada variable. Para comparar comportamientos antes y después de la segunda vacunación se construyeron tres etogramas. Los datos de comportamiento con relación al *conteo de lesiones antes y después de la 2º vacunación* se realizaron de acuerdo al esquema del etograma A (figura 8).

Etograma A: Conteo de lesiones (0= ninguna; 1= \leq a 5; 2= \geq 6)

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

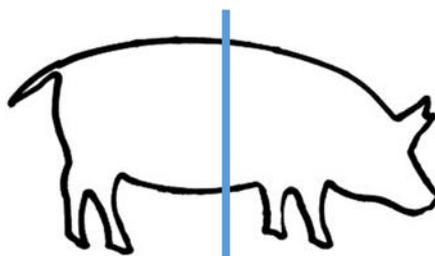


Figura 8: conteo de lesiones antes y después de la segunda vacunación, posición anterior y posterior. Conteo antes del sacrificio.

Con relación al *uso de la superficie seca para descansar* se observaron las superficies destinadas a dicho comportamiento sobre el total del corral: > al 50% seco= 1; 25 y 49% seco =2 y < a 25% =3. Etograma B (fotografía 11).

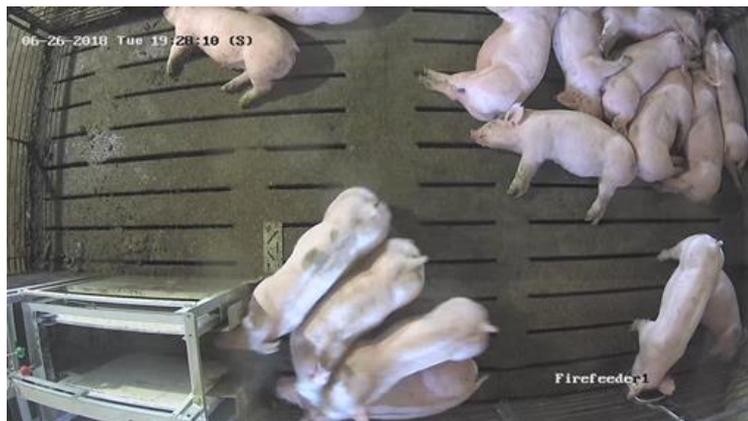


Fotografía 11: Etograma B, tipos de fotografías de uso de la superficie antes y después de la segunda vacunación.

Se observaron si existieron *conductas agresivas o no para acercarse al comedero*, dicha observación se realizó de acuerdo al etograma C (fotografía 12). Sin cerdos en el comedero = 0; entre 1 y 3 cerdos = 2; más de 3 cerdos: 3.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 12: Etograma C, tipos de fotografías de acercamiento a los comederos antes y después de la segunda vacunación.

El registro de frecuencias, durante las observaciones diarias de los corrales experimentales para volcar los datos de observación de comportamiento se construyó en base a cuatro observaciones diarias, dos a la mañana y dos por la tarde de un minuto de duración por observación.

Sobre los tres tratamientos durante la etapa de terminación, se realizaron observaciones de comportamiento de duración de actividades (minutos) de los cerdos mediante uso de videocámara fija en tres corrales, uno por tratamiento y sobre cinco animales del total de los marcados con aerosol (15). Se registraron durante tres horas en horarios diurnos y nocturnos las siguientes actividades: *tiempo dedicado al sueño y descanso, desplazamiento y estar parados, peleas y juegos, consumo de alimento y de agua e intervalo entre consumos de alimento.* Características de la videocámara SNC-EB632R (SNCEB632R) cilíndrica IR para exteriores de 1080p/30 fps con tecnología IPELA ENGINE EX™, serie E con tarjeta de memoria de 64K y batería de 24 horas de carga para uso inalámbrico (fotografía 13).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 13: Videocámara de uso inalámbrico

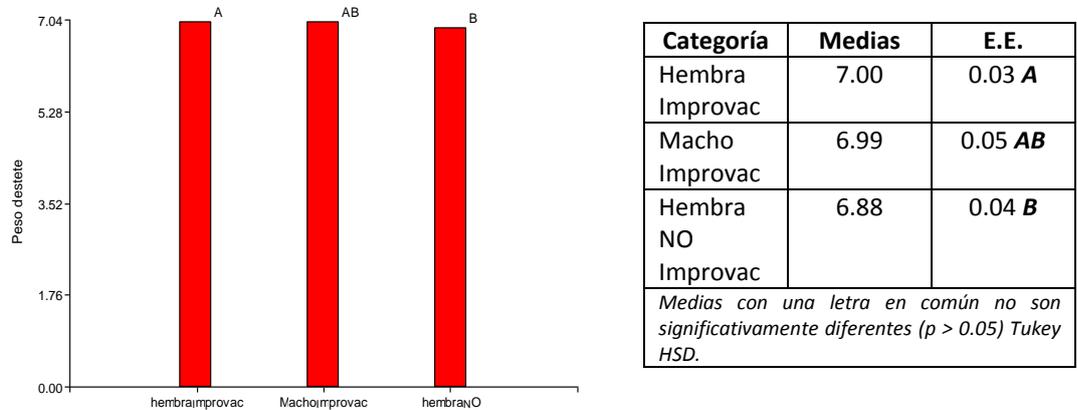
Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el gráfico 1 se observa la uniformidad de los grupos de cerdos seleccionados para la experiencia, determinado por el peso medio al destete y el error estándar (EE) de los cerdos experimentales, aspecto que determina la normalidad de la población con relación al peso vivo al destete en los tratamientos ensayados.

Gráfico 1: Media del peso vivo al destete de los tratamientos (kg) \pm 1EE.

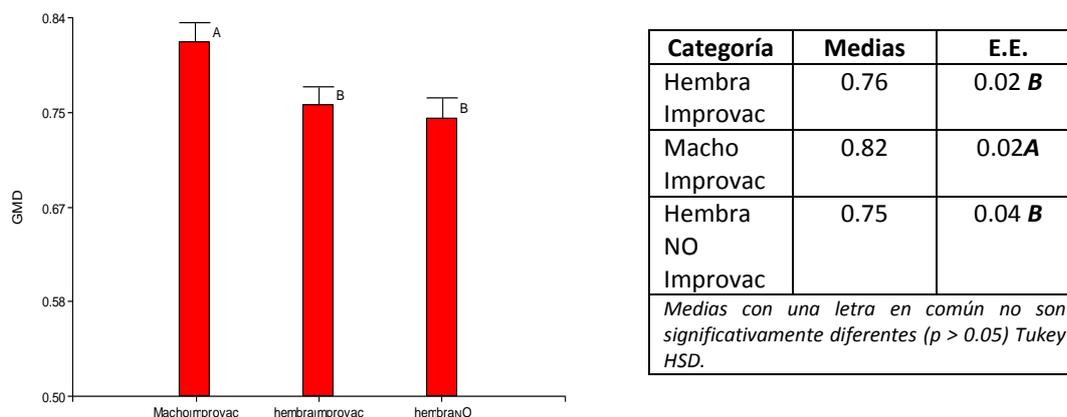


En el gráfico 2 se establece la ganancia media diaria que obtuvieron los híbridos experimentales durante la investigación, resultando significativas entre machos y hembras, independientemente de que si éstas últimas recibieran o no la inmunocastración, en reciprocidad con lo expresado por Braun y Cervellini, (2010) y Braun (2016).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Grafico 2: Ganancia media de peso diaria (Kg) \pm 1EE.

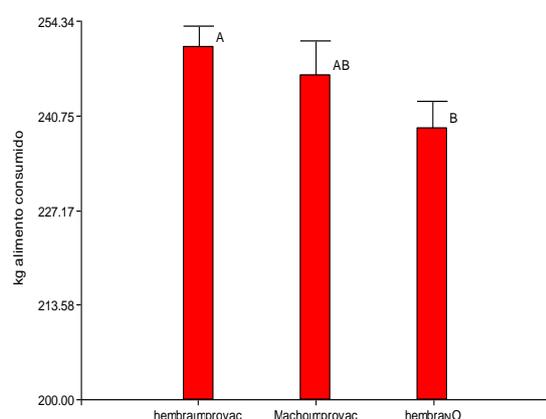


En concordancia con Steibel 2018, la inmunocastración en hembras no conlleva una diferencia biológica significativa en este indicador productivo (ganancia media diaria), pero sí es importante considerarlo en hembras inmunocastradas en razón de que se ha elevado el peso a faena. Las cerdas no castradas pueden presentar comportamientos agresivos durante la etapa de engorde debido a la libido sexual a esa edad y acarrear otros problemas, tales como mayor gasto de energía por peleas en correlación con lo que expresan Wurtz *et al.* (2017). También otras estereotipias pueden aumentar el estrés y la aparición de enfermedades (morbilidad) e incluso canibalismo y mortandad por caudofagia aguda, que dan como resultado desuniformidad en el peso vivo final de los individuos de un lote por dominancia y sumisión respectivamente a la hora de acercarse y permanecer a los comederos. En el gráfico 3 se tipifican los consumos de los tratamientos durante la experiencia, donde se corrobora el menor consumo en hembras no inmunocastradas, debido al comportamiento social que experimentan en edad reproductiva, no solamente con conductas de monta sino, que el mismo estado de celo implica que estén atentas a otras conductas que deprimen la cantidad de consumo diario de alimento y el tiempo en que están en los comederos.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Gráfico 3: Media del consumo de alimento (kg) del destete a faena \pm 1EE.



Categoría	Medias	E.E.
Hembra Improvac	250.57	3.58 A
Macho Improvac	246.53	4.99 AB
Hembra NO Improvac	238.97	2.23 B

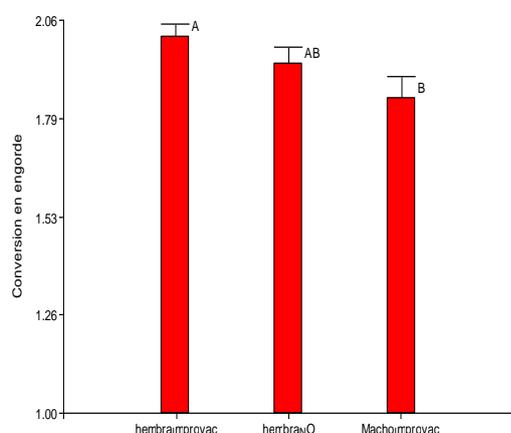
Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Tukey HSD.

El consumo fue significativamente diferente entre hembras inmunocastradas y no inmunocastradas aunque la ganancia media de peso vivo no resultó significativamente diferente (gráfico 2). Esto puede explicar contrariamente a la conclusión de Steibel 2018, que el estrés en grupos sociales de hembras no inmunocastradas mejora la conversión alimenticia y esto sería un importante elemento a considerar como patrón de selección en los híbridos actuales. Se entraría en el dilema si conviene o no la inmunocastración en hembras, aunque es prioritario considerar las consecuencias por pérdidas de individuos a causa de peleas, heridas e inmunosupresión que acarrea el comportamiento agresivo en hembras. En el gráfico 4 se observan las medias de conversión alimenticia. Aunque no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de hembras, es notable que han sido muy eficientes las no castradas, pues consumieron menos. Probablemente como lo informan Brunori *et al.* (2012), el flujo hormonal activo mejora la eficiencia en el uso de los alimentos para su transformación en peso vivo animal. Otra consideración importante está en conocer la estructura de la ganancia con relación a la proporción de magro y grasa. Si bien, el costo energético para producir un gramo de proteína es similar al costo para elaborar un gramo de lípidos; la ganancia en músculo incorpora más agua que la ganancia en grasa. En este contexto y en coincidencia con Braun (2016), desde el punto de vista biológico la eficiencia de conversión alimenticia de hembras inmunocastradas resultó mayor que las no inmunocastradas y el peso de faena similar en los tratamientos de hembras a igual edad.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Gráfico 4: Media de la eficiencia de conversión alimenticia \pm 1EE.

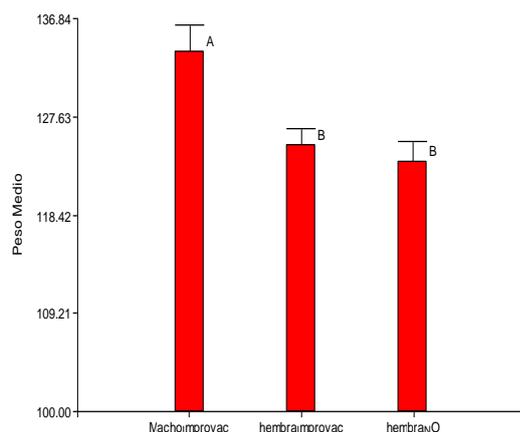


Categoría	Medias	E.E.
Hembra Improvac	2.01	0.04 A
Macho Improvac	1.85	0.05 B
Hembra NO Improvac	1.94	0.04 AB

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Tukey HSD.

Si bien existió una diferencia biológica importante a favor de las inmunocastradas con relación al peso medio de faena (gráfico 5), habría que estudiar, si ese 1,6 kg más por cerda al final del engorde, justifica la inmunocastración, aunque se debe considerar que, al inmunocastrar se disminuyen las posibles pérdidas de animales por lesiones en el transporte y en el romaneo de carcasas, debido a golpes y heridas ocurridas en la etapa final de engorde en contraste al comportamiento agresivo de cerdas sexualmente activas que viven en grupos numerosos durante el período descripto.

Gráfico 5: Peso medio a faena \pm 1EE.



Categoría	Medias	E.E.
Hembra Improvac	125.0	0.04 B
Macho Improvac	133.7	0.05 A
Hembra NO Improvac	123.4	0.04 B

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Tukey HSD.

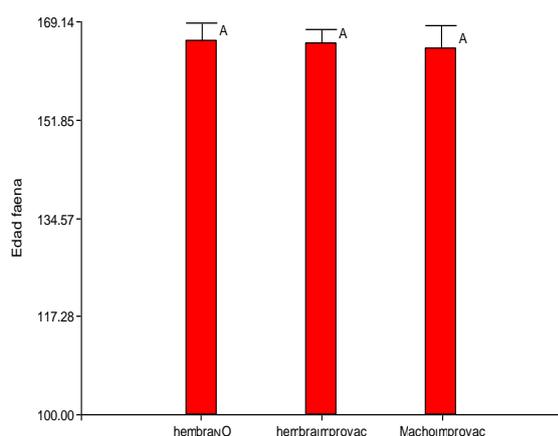
Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

No obstante, un peso vivo de 133 kg en machos castrados implicaría una composición de carcasa diferente a menor peso. La deposición de grasa se acumula más rápidamente a mayor peso y edad del animal, aunque en la experiencia los machos sumaron 8 kg más que los tratamientos de hembras a igual edad a faena. Como sostiene Bruno *et al.* (2013), los cerdos machos no castrados tienen una mejor conversión del alimento y la carcasa con un mayor porcentaje de carne que machos castrados, pero la castración es necesaria debido a las altas concentraciones de androsterona y escatol acumuladas en la grasa subcutánea e intramuscular de machos no castrados.

En el gráfico 6 se detallan los días a faena que alcanzaron las unidades experimentales. No existieron diferencias significativas en cuanto a la edad, pero sí con relación al peso vivo promedio.

Gráfico 6: Promedio de días a faena \pm 1EE.



Categoría	Medias	E.E.
Hembra Improvac	165.25	2.54 A
Macho Improvac	164.33	4.15 A
Hembra NO Improvac	165.70	3.21 A

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Tukey HSD.

Si se tiene en cuenta que en la etapa de desarrollo los cerdos jóvenes tanto machos castrados como hembras, deponen exclusivamente tejido de crecimiento de acuerdo al potencial genético, para las adecuadas ganancias diarias de peso y eficientes conversiones alimenticias de los cerdos de esta investigación, no existe ningún argumento para inmunocastrar hembras más allá del comportamiento agresivo que poseen a edades avanzadas en el engorde; sí a los machos por el olor sexual en la carne. Se observó que una hembra castrada requiere un mayor consumo de alimento debido a que aumenta de peso más rápidamente, aunque comienza en esta etapa a juzgarse la calidad de las carcasas que serán expuestas al consumidor y la industria. Es posible entonces, que en este período se requiera de dietas diferenciales para machos y para

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

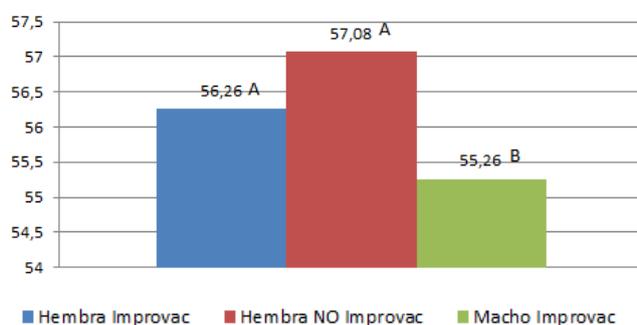
hembras que no sólo conllevan a mejorar la estructura corporal en magro sino también a considerar la edad de faena. Muchas industrias proponen faenar la hembra a un peso inferior porque la propia condición del sexo y el dimorfismo frente al macho, hace que ésta exponga una carcasa más magra a un peso inferior y a una edad más temprana tal como lo mencionan Braun y Cervellini (2010) y Braun (2012).

En reciprocidad con Agudelo-Trujillo (2011), las hembras inmunocastradas se comportan como enteras hasta la segunda dosis de vacuna. El consumo medio diario de las mismas se incrementa de forma significativa después de la segunda aplicación, siendo muy similar al de los machos castrados, lo que permitiría optimizar fórmulas de alimentos y curvas de alimentación.

Como sostiene Wheaton *et al.* (1998), la inmunocastración es aconsejable en cerdas porque impide que las hembras entren en pubertad y desencadenen comportamientos de baja ingestión y estereotipias de conductas agresivas que conllevan a disminución de la ganancia diaria de peso, mala eficiencia de conversión y lesiones en la piel por monta, mordeduras y agresión durante el celo en los alojamientos grupales.

En general un aspecto trascendente en el plano nutricional es el promedio de consumo en toda la etapa de crecimiento y terminación, porque tiene una gran influencia en la relación del tejido magro y grasa de la res. Visión que es importante evaluarla para poder determinar si las ganancias de peso diarias han sido adecuadas a ese ritmo de consumo y en última instancia también, para considerar la calidad de la carcasa (cuadro 2).

Gráfico 7: valores medios de magro (%)



Categoría	Medias	E.E.
Hembra Improvac	56.26	0.03 A
Macho Improvac	55.26	0.05 B
Hembra NO Improvac	57.08	0,02 A

*Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Tukey HSD.*

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Cuando se alimenta *ad libitum* se puede correr el riesgo de depositar mayor grasa estructural en las carcasas, aunque, con dietas equilibradas, de acuerdo al potencial en general en cerdos jóvenes, se obtiene un incremento en el ritmo de crecimiento de tejido magro que es válido hasta que la edad fisiológica lo admite. Cuando se alcanza este punto, un incremento en el consumo puede venir acompañado por un aumento en la deposición de grasa. Sin embargo, esta característica no pudo visualizarse en los resultados de esta experiencia, pero sí se observaron carcasas de machos significativamente inferiores en contenido de magro (%) que el de las hembras independientemente del tratamiento, contrariamente a lo que expresa Lowe *et al.*, (2014), que menciona que luego de la segunda dosis de Improvac, las carcasas de los inmunocastrados son consistentemente más delgadas debido a la menor grasa de la canal, lo que finalmente resulta en un aumento de los rendimientos de corte de la canal.

Podría considerarse los beneficios que acarrea un tiempo inferior para alcanzar el peso vivo de sacrificio en la calidad de la carcasa. Es relevante destacar en esta investigación de todos modos, que alimentar cerdos de considerable potencial genético con dietas equilibradas justificaría el peso de faena alcanzado ya que la combinación potencial genético y dieta expondrían carcasas magras para el consumo. Como expresa Braun (2012) que, más allá de entender que un castrado macho o hembra, requiere de un mayor consumo de alimento debido a que aumenta de peso más rápidamente, comienza en la etapa de engorde a juzgarse la calidad de las carcasas que serán expuestas al consumidor y la industria. Es posible entonces, que en esta etapa se requiera de dietas diferenciales para machos y para hembras castrados que no sólo conllevan a mejorar la estructura corporal en magro sino también a considerar la edad de faena. Muchas industrias proponen faenar la hembra a un peso inferior porque la propia condición del sexo y el dimorfismo frente al macho, hace que ésta exponga una carcasa más magra a un peso inferior y a una edad más temprana. En el cuadro 3 se detallan los resultados sobre las frecuencias de las observaciones realizadas con relación al comportamiento animal de las unidades experimentales en los sitios de engorde.

Cuadro 3: resultados sobre las frecuencias de las observaciones realizadas con relación al comportamiento animal

Variables		Tratamientos											
		Hembras inmuno-castradas				Hembras no inmuno-castradas				Machos inmuno-castrados			
N° Observaciones/día	condición	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
DESCRIPCIÓN													
Conteo de lesiones antes 2° vacunación	Anterior	1	1	1	1	2	1	1	2	0	1	0	0
	Posterior	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
Conteo de lesiones después 2° vacunación	Anterior	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0
	Posterior	0	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	1
Uso de la superficie después de la 2° vacunación		0	1	1	0	3	2	2	1	1	0	0	1
Acercamiento a comederos	antes 2° vacunación	1	1	0	1	2	1	2	2	1	0	1	1
Acercamiento a comederos	después 2° vacunación	0	0	1	0	2	2	2	1	0	1	1	0
Sumisos	(Se acercan poco a comederos y bebederos).	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
Dominantes	(muchas frecuencia a bebederos y comederos)	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Libido y comportamiento de monta	(Aparición de celo, monta entre machos o entre hembras).	0 1 0 0	1 1 1 1	0 0 0 0
Superficie de áreas secas de descanso	(Relación de áreas secas con áreas buffer y húmedas).	0 0 0 0	1 0 1 1	0 0 0 0
Canibalismo	(Mordedura de colas, flancos y orejas).	0 0 0 1	1 1 1 1	1 0 0 0
Animales con o sin posibilidades de deambular (dolor para caminar) (AsD)	(≥ de 10/100 frecuencia alta).	0 0 1 0	1 0 1 0	1 0 0 0
Golpes y contusiones cutáneas (heridas y moretones)	(≥ de 10/100 frecuencia alta).	0 0 1 0	1 0 1 1	1 1 0 0
Frecuencias sobre el nº de animales muertos (AM)	(≥ de 5/100 frecuencia alta).	0 0 0 0	1 0 0 0	0 0 0 0

En general el conteo de lesiones en la parte anterior, fue más alta que la de conteos en la posterior de los animales (fotografías 14 y 15).



Fotografía 14: conteo de lesiones antes de 2º vacunación en la parte anterior de cerdas inmunocastradas

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 15: conteo de lesiones antes de la 2ª vacunación en la parte posterior de cerdas inmunocastradas

En base a estos registros y a lo que expresa Steibel (2018) afecta al comportamiento el lugar de la lesión, ya que los conteos de lesiones en la parte anterior son más altos en animales que agreden a otros, es decir animales que participan en peleas recíprocas o que atacan a otros, mientras que el conteo de lesiones en la parte posterior del animal en general se asocia con animales que son atacados por otros. Los conteos de lesiones después de la 2ª vacunación en general fueron menos y de menor intensidad debido a que el grupo social alcanzó la estabilidad en su jerarquía (fotografía 16 a y b), aunque predominaron las del sector anterior en las cerdas no inmunocastradas.



Fotografía 16 a y b: conteo de lesiones después de la 2ª vacunación

Los resultados de conteos luego de la segunda vacunación son importantes porque muchas lesiones pueden afectar indicadores productivos debido a menor ganancia diaria de peso, peor eficiencia de conversión alimenticia y exponer

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

carnes exudativas luego del sacrificio, como así también decomiso durante el romaneo debido a golpes y contusiones cutáneas. Esto tuvo mayor frecuencia en las cerdas no inmunocastradas. Aunque las diferencias en los resultados productivos podrían poner en discusión el beneficio económico o no de inmunocastrar hembras, esta experiencia ha demostrado que puede haber pérdidas de animales y/o decomiso en transporte y playas de faena por muerte, imposibilidad de deambular y heridas y moretones en la carcasa luego de faenadas. Es muy importante también reportar estimaciones de parámetros genéticos de caracteres de lesiones que están directamente asociados al comportamiento agresivo en cerdos, para evaluar la posibilidad de implementar selección que permita obtener líneas genéticas mejor adaptadas a crianzas colectivas con remezcla de animales.

La segunda dosis de Improvac a las hembras ocurrió a los 118-120 días de vida y a los machos a los 130 días de vida. En las fotografías 17, 18 y 19 se observan el estado de los distintos tratamientos después de una semana de la segunda vacunación.



Fotografía 17: estado de los machos 10 días después de la 2° vacunación

Animales muy tranquilos sin peleas y lesiones al momento de acercarse a los comederos.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 18: estado de las hembras inmunocastradas 10 días post- 2º vacunación

Resultaron muy tranquilas, pero aún a esa edad persistieron conductas de atención por el tiempo de consumo y uso de los comederos.



Fotografía 19: estado de las hembras sin inmunocastrar a los 140 días de vida con relación al uso de los comederos.

A pesar del reordenamiento de la jerarquía social en el grupo de hembras sin castrar, el comportamiento es de mucha competencia en cuanto al uso y tiempo en que están en los comederos, existiendo incluso peleas y mordeduras de cola (fotografía 20).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 20: canibalismo y mordedura de cola en cerdas sin inmunocastrar

La utilización de la superficie destinada al descanso después de la segunda vacunación, tiene relación con el área seca del corral, a mayor área seca se constituye en una mejor convivencia y reducción de peleas, como así también menos estrés para lograr ocupar las bocas de los comederos. En los tres tratamientos se observó mucho movimiento de los animales dentro del corral, situación que complica al grupo delimitar una zona limpia y seca para descanso sobre piso ranurado. De todos modos, el mayor problema lo tuvieron las cerdas no inmunocastradas que debieron descansar sobre piso húmedos o semihúmedos, ya que el intenso movimiento imposibilitó la demarcación de áreas secas de descanso, esto en concordancia a lo expresado por Brunori *et al.* (2012), afecta el bienestar y dificulta el orden social porque cualquier sitio es usado para heces y orina. En general cuando se observó la relación de zonas secas vs las semihúmedas (buffer) y húmedas en los grupos de cerdas no inmunocastradas, la misma era muy diferente llegando a escasos 25% de área seca (fotografía 21 y cuadro 2). Este punto, en concordancia con Braun y Cervellini (2010), que expresan que la superpoblación de animales en los corrales o los problemas de jerarquía social modifican el patrón de excretas es aceptable, pues no permiten delimitar las zonas limpias de las sucias,

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

aumentando el estrés en el comportamiento de los cerdos, disminuyendo así la conversión alimenticia e incrementando peleas que imposibilitan que los sumisos alcancen la ración diaria suficiente.



Fotografía 21: área secas y húmedas en el grupo de cerdas no inmunocastradas

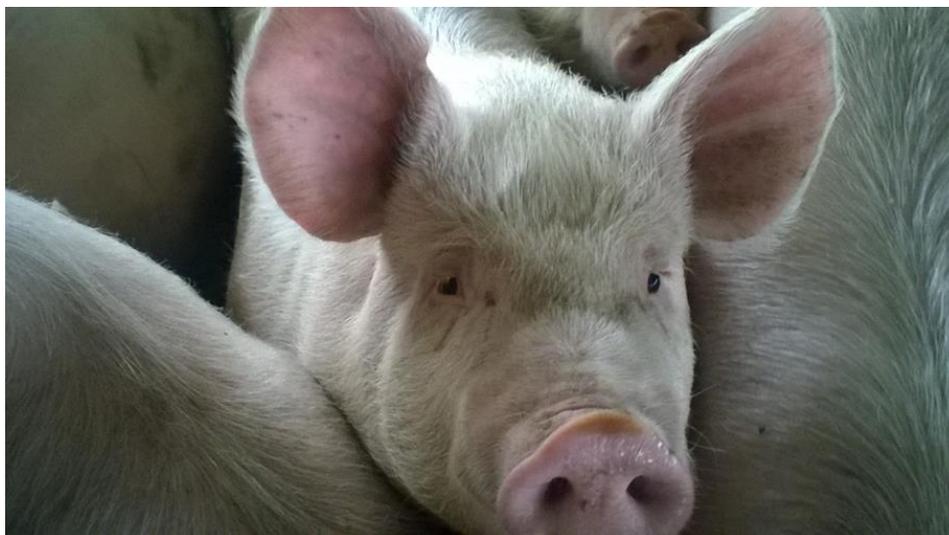
El comportamiento agresivo de hembras en celo, luchas por la jerarquía social e incluso la sumisión de algunas hembras, han perjudicado la conversión de alimento en las inmunocastradas en esta experiencia, pues han tenido que comer más para lograr las mismas ganancias de peso que las cerdas no inmunocastradas, razón que tiene como única explicación el costo energético de la conducta estereotipada en edad reproductiva en un grupo numeroso activo sexualmente. Podría suponerse también, que se trata de un grupo de cerdas con comportamientos diferentes a las demás, que les imposibilita determinar los límites de las áreas de vida y especialmente, si conservan el recuerdo que provienen de grupos sociales conformados por animales de distintos sitios. Una solución al problema puede estar en aumentar la ventilación, abriendo más tiempo las aberturas de ventilación, con flujo de aire hacia el centro de la nave.

Después de la 2ª vacunación en machos y hembras el acercamiento a los comederos por parte de los animales fue más regular, disminuyendo notoriamente la cantidad de sumisos que lo hacían en tiempos muy cortos y espaciadamente. La segunda vacunación en cierta forma se constituyó en un elemento para uniformar los lotes en cuanto al peso, los rezagados hicieron una compensación en especial las hembras. Las no castradas continuaron hasta la venta con problemas de jerarquía y fue muy notoria la presencia de animales

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

dominantes y sumisos. En la fotografía 22 se observa una hembra sumisa a la espera de poder ingresar a la boca del comedero.



Fotografía 22: intentos de una hembra sin castrar para llegar a la boca del comedero.

No obstante, a los efectos de disminuir el estado agresivo de las cerdas sin castrar en los corrales se colocaron elementos de distracción para evitar mordeduras y lesiones por canibalismo, y posibilitar así, que las hembras sumisas alcancen los comederos para satisfacer sus requerimientos nutricionales diarios (fotografías 23 y 24).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografías 23 y 24: Utilización de cadenas y bidones plásticos en las pistas para disminuir el comportamiento agresivo en cerdas sin castrar

En la fotografía 25 se detallan las observaciones con videocámara sobre un corral por tratamiento y sobre cinco animales del total por corral, marcados con aerosol y durante tres horas en el día y tres en la noche.



Fotografía 25: observaciones de comportamiento con video cámara

Tanto la conducta sexual como la agresiva están influidas por los esteroides gonadales y su inhibición tras la castración quirúrgica o inmunológica explicaría la disminución de estas conductas. Las agresiones y montas son una causa directa

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

de una disminución del bienestar, porque están asociadas a dolor en caso de producirse heridas y a estrés relacionado con un nivel superior de actividad (fotografía 26).



Fotografía 26: agresiones y falta de bienestar en cerdas sin inmunocastración

Los resultados aportados por este estudio sugieren que la castración inmunológica es una alternativa viable en hembras. El nivel de actividad, las agresiones y la conducta sexual se vieron reducidas tras la segunda administración de la vacuna. Asimismo, las lesiones cutáneas en las cerdas inmunocastradas fueron inferiores a las presentadas en las no castradas (fotografía 27).

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografía 27: cerdas inmunocastradas con bajo nivel de agresión luego de la 2° vacunación

En el cuadro 4 se observan los resultados sobre las observaciones de comportamiento de duración de actividades (minutos) de los cerdos mediante uso de videocámara fija en tres corrales, uno por tratamiento y sobre cinco animales cada corral. Las hembras no castradas tuvieron mucha actividad nocturna respecto de machos y hembras inmunocastradas (fotografías 28 y 29); descansaron menos durante el día y la noche, estuvieron más tiempo paradas y desplazándose, pelearon más y ocuparon parte del tiempo ocioso mordiendo cadenas, caños y bidones plásticos colocados para tal fin. Estuvieron menos tiempo en los comederos y por tal consumieron también menos alimento, aunque han sido eficientes en la conversión y ganancia diaria de peso vivo. Las estereotipias de comportamiento en cerdas sexualmente activas es una complicación por pérdidas ocurridas en peleas y daños por moretones y contusiones en la piel que pueden derivar en decomisos de carcasas luego de la faena.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Cuadro 4: duración de las actividades en minutos

Actividad en terminación (80 a 125 kg de PV)	Período (minutos/hora) promedio \pm 1 E.E.					
	Hembras IC		Hembras sin IC		Machos IC	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Sueño y descanso	39.1 (\pm 1,1)	44.1 (\pm 0,9)	32.3 (\pm 0,7)	39.8 (\pm 0,9)	40.5 (\pm 0,6)	45.7 (\pm 0,8)
Desplazamiento y parados	10.0 (\pm 0,2)	4.2 (\pm 0,1)	14.6 (\pm 0,3)	6.3 (\pm 0,2)	9.6 (\pm 0,2)	3.7 (\pm 0,1)
Peleas y juegos	1.5 (\pm 0,2)	0.1 (\pm 0,01)	4.6 (\pm 0,3)	1.1 (\pm 0,02)	1.2 (\pm 0,2)	0.7 (\pm 0,2)
Consumo de alimento	6.0 (\pm 0,4)	0.4 (\pm 0,01)	5.1 (\pm 0,3)	0.4 (\pm 0,01)	6.5 (\pm 0,5)	0.3 (\pm 0,01)
Consumo de agua	1.3 (\pm 0,1)	0.7 (\pm 0,08)	2.0 (\pm 0,2)	1.2 (\pm 0,07)	1.7 (\pm 0,2)	1.3 (\pm 0,2)
Intervalo entre consumos de alimento	43.0 (\pm 1,7)	59.7 (\pm 2,0)	39.0 (\pm 1,9)	51.2 (\pm 0,9)	41.0 (\pm 1,0)	55.4 (\pm 0,8)



Fotografía 28 y 29: izquierda hembras no inmunocastradas muy activas y a la derecha hembras inmunocastradas menos activas.

En las fotografías 30 y 31 se observa el momento en que los machos inmunocastrados acceden a los comederos. Lo hacen más tiempo que las hembras y consumen más alimento y no compiten por las bocas de comedero ni por el tiempo en que están los mismos.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco



Fotografías 30 y 31: machos inmunocastrados en los momentos de acceso a los comederos

CONCLUSIONES

La inmunocastración en machos permite registrar en promedio un incremento de peso con relación a cerdas inmunocastradas y no inmunocastradas a la misma edad de sacrificio, aunque el consumo de alimento diario fue mayor y la conversión alimenticia resultó inferior a los tratamientos de hembras. Asimismo, las hembras no inmunocastradas resultaron más eficientes en la conversión que las inmunocastradas a igual peso de faena; consumieron menos alimento y obtuvieron ganancias de peso equivalentes. Respecto a la calidad de la carcasa, independientemente del tratamiento que recibieron las hembras, estas resultaron más magras que los machos inmunocastrados. También obtuvieron mejor condición de la estructura corporal pero menor peso vivo a igual edad a faena respecto de los machos.

Las hembras sin castrar muestran un comportamiento sexual más acentuado y una mayor agresividad luego de entrada en pubertad, que repercute negativamente en el bienestar del grupo. Poseen mayor conteo de lesiones después de la 2° vacunación y antes del sacrificio en la parte anterior y posterior de su estructura corporal, debido a mayores tiempos dedicados a peleas y mordeduras, a permanecer menor tiempo en los comederos y tratar de acercarse más veces en los mismos durante horarios diurnos y nocturnos. Del mismo modo, la superficie seca dedicada a descanso es mucho menor en los grupos de cerdas no inmunocastradas y también, estos grupos poseen mayor cantidad de animales sumisos que les impide llegar a los comederos por las constantes agresiones, montas y mordeduras. Es muy notoria la diferenciación de hembras dominantes dentro del grupo.

Se concluyó que luego de que se establece la jerarquía social en los grupos de cerdas no inmunocastradas las interacciones agresivas más comunes suceden en los comederos.

Es contundente que la inmunocastración en hembras logra eliminar la agresividad, no empeora el magro de la carcasa respecto de hembras sin inmunocastrar, y se obtiene resultados favorables para la producción.

La técnica de inmunocastración en hembras por su forma rápida, sin riesgo de posibles infecciones, y que no demanda de mano de obra abundante, aún con el costo de inversión que ella presenta puede considerarse una alternativa de castración muy válida para disminuir el comportamiento agresivo de hembras durante la etapa de engorde. Estos estudios, además, son importantes porque

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

se necesita saber si el comportamiento agresivo está correlacionado con caracteres productivos; y así incorporarlos a programas de selección genética y obtener poblaciones con destrezas de docilidad y sociabilidad para lograr adecuados ritmos productivos en confinamiento.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo-Trujillo, J.H. (2011). Inmunocastración en hembras: resultados en cerdos ibéricos Rev. Colomb. Cienc. Pecu. 24: 254-262.

Agudelo, J.H y Gómez J.F. (2016). Inmuno-castración de hembras comerciales como herramienta para aumentar el peso a sacrificio. Ed. Universidad de Antioquia - Grupo de Investigación GRICA, Colombia. 43 p.

Albetis A. M. (2009). Inmunocastración en Cerdos. Engormix. Disponible en: <http://www.engormix.com/MAporcicultura/sanidad/articulos/inmunocastracioncerdos-t2738/165-p0.htm>

Avance en tecnología porcina. (2006). Vol. 3, Número 3 (MAR). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/336943>

Averós, X., Brossard, L. Dourmad, J. I, de Greef, K.H., Edge, H.L., Edwards, S. A., Meunier-Salaün, M. C. (2010). A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. Elsevier B.V. Published by Elsevier Inc. All rights reserved: Volume 127, Issues 3-4, Pages 73–85.

Batista Samadiego, J.J., y Saavedra Arcia, Y.A. (2017). Desempeño productivo, características de canal y calidad de carne en cerdas inmunocastradas. Zamorano, Honduras. Disponible en: https://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=cerdas+inmunicastradas&btnG.

Bonneau, M., Enright, W.J. (1995). Livestock in immunocastration in cattle and pigs.

Braun, R.O. (2012). Respuesta productiva y calidad de carcasa en cerdos alimentados con dietas compuestas por cereales crudos y tratados hidrotérmicamente, durante los estados fisiológicos de crecimiento y terminación. Tesis doctoral. UNRC. 241 p.

Braun, R.O. (2016). *Producción Porcina: El complejo educativo – productivo de la actividad en Argentina*. EdUNLPam, Argentina 272 p.

Braun, R.O., y Cervellini, J.E. (2004). Reducción de enfermedades entéricas y pulmonares en ecosistemas epiendémicos porcinos en la región semiárida pampeana. Revista de la II Reunión Binacional de Ecología. XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. XXI Reunión Argentina de Ecología. Chile. 1: 353.

Braun, R.O., y Cervellini, J.E. (2010). *Producción Porcina: bienestar animal – salud y medio ambiente – etología - genética y calidad de carne – formación de recursos humanos – enseñanza de la disciplina en la universidad*. Ed. Nexo diNapóli. ISBN: 978-987-05-8475-9. 276 pp.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Brewster V. y Nevel A. (2013). Immunocastration with Improvac TM reduces aggressive and sexual behaviours in male pigs. *Appl Anim Behav Sci.*:145 (1–2):32.

Brunius, C., Zamaratskaia, G., Andersson, K., Chen, G., Norrby, M., Madej, A. (2011). Early immunocastration of male pigs with Improvac – Effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine*: 29(51):9514–20.

Brumm, M. C. (1996). Effect of space allowance on barrow performance to 136 kilograms body weight. NRC-89 Committee on Management of Swine. *J. Anim. Sci.* 74:745–749. doi:10.2527/1996.744745x

Bruno, H.V. Kiefer C., Brumatti, R.C., Rocha, G.C., Rodrigues, G.P. (2013). Avaliação técnicoeconômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n11/a30213cr2012-1343.pdf>

Brunori, J. Franco, H. y Cottura, J. (2009). Proyecto Regional: Producción sustentable de carne porcina en Córdoba. INTA Marcos Juárez, Córdoba. 45 p.

Brunori, J., Rodriguez Fazzone, M. y Figueroa, M.E. (2012). *Buenas prácticas pecuarias para la producción y comercialización porcícola familiar*. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación Argentina. FAO. INTA. 275 p.

Caldara, F.R., Moi, M., Sousa, L., Correia, I., Almeida, D.L. (2013). Carcass Characteristics and Qualitative Attributes of Pork from Immunocastrated Animals: *26(11):1630–6.*

Calderon, D. 2011. Evaluación de improvac inmunocastración en relación a cerdos castrados quirúrgicamente en la raza camboroguth 22. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba – Ecuador. 57 p.

Carr, J. (2009). Herramientas básicas para controlar el ambiente de las explotaciones. *Suis*. pp: 24 – 37.

Cardelino, G. E. (2013). Evaluación del índice de conversión y consumo diario de alimento en lechones de sitio II y sitio III, en función de la utilización del inmunocastrador químico Improvac. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-indice-conversionconsumo.pdf>.

Chapinal, N., Dalmau, A., Fábrega, E., Manteca, X., Ruiz de la Torre, J.L., Velarde, A. (2006). Bienestar del lechón en la fase de cebo. *Avances en tecnología porcina*. V:3, n°5, p: 40-50.

Cervellini, J.E.; y Braun, R.O. (2004). El confinamiento como causal de estrés en cerdos. Calidad de la res. II Reunión Binacional de Ecología. XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. XXI Reunión Argentina de Ecología. Supl. 1: 139.

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Conley, A.J., Howard, H.J., Slinger, W.D., Ford, J.J. (1994). Steroidogenesis in the preovulatory porcine follicle. *Biol Reprod.* 51(4): 655-61.

Da Silva Agostini, P. (2013). Caracterización e influencia de los factores de producción en el cebo de los cerdos en condiciones comerciales. UAB. Barcelona. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/116079/psa1de1.pdf?sequence=1&isAllowed>

Díaz, R. (2007). Utilización de pasturas naturales. Ed. Brujas. Argentina. 456 p.

Duarte, J.L., Cantet, R.J., Rubio, Y.L., Bates, R.O., Ernst, C.W., Raney, N.E., Steibel, J.P. (2016). Refining genomewide association for growth and fat deposition traits in an F2 pig population. *Journal of animal science*, 95: 4310-4317.

European Medicines Agency. Science Medicines Health (2009) Improvac. EMEA/V/C/136. Disponible en <https://imedi.es/improvac>

Gadsby, J.E., Balapure, A.K., Britt, J.H., Fitz, T.A. (1990) Prostaglandin F2 α receptors on enzyme dissociated pig luteal cells throughout the estrous cycle. *Endocrinology* 126: 787-95.

Gómez, F. J. Efecto de la inmunocastración en el peso canal y las piezas nobles en cerdas ibéricas de cebo. *Archivos de zootecnia*, 2013; 62(240). 611- 614. España.

González, A.S. (2008). Fisiología reproductiva y técnica de inmunocastración. Pfizer Salud Animal. 20th IPVS Congress, South Africa, June 2008. 10 p.

Gonyou, H. W., M. C. Brumm, E. Bush, J. Deen, S. A. Edwards, R. Fangman, J. J. McGlone, M. Meunier-Salaun, R. B. Morrison, H. Spooler, P. L. Sundberg, and A. K. Johnson. 2006. Application of broken-line analysis to assess floor space requirements of nursery and grower-finisher pigs expressed on an allometric basis. *J. Anim. Sci.* 84:229–235.

Horcajada, S., Tomás, C., Mercado de, E.G.E. (2013). Efecto de la inmunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas Ibéricas de cebo. *Información técnica económica agraria*, vol.109 Disponible en : <https://docplayer.es/64641551-J-gomez-fernandez-s-horcajada-c-tomas-e-gomez-izquierdo-y-e-de-mercado.html> p. 33-48

InfoStat (2008). Manual de usuario. UNC, Argentina. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_del_usuario

Lowe, B.K., Gerlemann, G.D., Carr, S.N., Rincker, P.J., Schroeder, A.L., Petry, D.B. (2014). Effects of feeding ractopamine hydrochloride (Paylean) to physical and immunological castrates (Improvest) in a commercial setting on carcass cutting yields and loin quality. 92(8): 3715-3726. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25006065>

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

McGlone, J., Guay, K., Garcia, A. (2016). Comparison of Intramuscular or Subcutaneous Injections vs. Castration in Pigs—Impacts on Behavior and Welfare.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani6090052>

Moore, K., Mullan, B., Kim, J.C., Dunshea, F. (2016). Growth Performance, Body Composition, Plasma Biochemistry and Meat Quality of Male Pigs Immunized Against Gonadotrophin Releasing Factor. Disponible en:

<file:///G:/Decimo%20Ciclo/Tesis/Articulos%20válidos/animals-06-00078.pdf>

Morales, J., Gispert, M., Hortos, M., Pérez, J., Suárez, P., Piñeiro, C. (2010). Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunized against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. Disponible en:

<http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/viewFile/1255/1199>

Morrison, R.S. (2003). The effect of restricting pen space and feeder availability on the behaviour and growth performance of entire male growing pigs in a deep-litter, large group housing system. Applied Animal Behavior Science, v.83, p.163-176.

Palma-Granados, P.; Lara, L.; Lachica, M.; Seiquer, I.; Fernández-Fígares, I.; Haro, A.; Candek-Potokar, M.; Nieto, R. (2018). Estudio del potencial de crecimiento de cerdos Ibéricos inmunocastrados en el proyecto TREASURE. Resultados preliminares. Producción y alimentación. AECERIBER. CERDO IBÉRICO Nº 39 - ABRIL 2018. España. pp 40 – 47.

Petherick, J.C. and Baxter, S.H. (1981). Modelling the static spatial requirements of livestock. Scottish Farm Buildings Investigation Unit, Bucksburn, Aberdeen, UK. pp. 75-82.

Steibel, J.P. (2018). Genética del comportamiento agresivo en cerdos. Memorias del IX Congreso de Producción Porcina del Mercosur. Córdoba. Argentina. pp 135 – 139.

Taya, K., Kaneko, H., Watanabe, G., Sasamoto, S. (1991). Inhibin and secretion of FSH in oestrous cycle of cows and pigs. J Reprod Fert. 43: 151-62.

Trujillo, J.H.A., Pineda, J.F.E., González, P.A.G. (2011) Immunocastration: a humane and effective alternative to surgical castration of adult boars ♂ Immunocastración. Rev Colom Cienc Pecua. Vol.24: 3. pp. 254-262.

Turner, S.P., Edwards, S.A. (2003). Housing pigs in large social groups: implications for social organisation. Submitted to Applied Anim. Behav. Science. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622603000083>

Vela Girón, A. (2012). Efecto de la inmuno-castración y castración quirúrgica en los parámetros productivos de cerdos. (Tesis para Ingeniero Zootecnista). Escuela superior politécnica de Chimborazo, facultad de ciencias pecuarias, escuela de ingeniería zootécnica. Disponible en:

<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2157/1/17T1138.pdf>

Evaluación de indicadores productivos y comportamiento animal, en híbridos porcinos machos y hembras, sometidos a castración por inmunización biológica con inhibidores de gonadotrofinas hipofisarias.

Victoria Franco

Villarroel, R., y Nathaly, V. (2016). Evaluación de una vacuna experimental para inmunocastración en machos porcinos de criadero. 2016. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140662/Evaluacion-de-una-vacunaexperimental->

Wesoly, R., Weiler, U. (2012). Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* 2(4):221–242.

Wheaton, J.E., Meyer, R.L., Jones, R.H., Kramer, A.J. (1998). Effects of passive immunization using antibody against an alpha-inhibin peptide on follicle-stimulating hormone concentrations and litter size in sows. *Theriogenology*. 49(4): 813-22.

White, H.M., Richert, B.T., Schinckel, A.P., Burgess, J.R., Donkin, S.S. Latour, M.A. (2008) Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. *J Anim Sci*.86 (8):1789-98. doi: 10.2527/jas.2007-0801.

Wilfinger, W.N., Brinkley, H.J., Young, E.P. (1973). Plasma LH in the estrous cycle of the pig. *J Anim Sci*. 37: 333.

Wurtz, K.E., Siegford, J.M., Bates, R. O., Ernst, C.W., Steibel, J.P. (2017). Estimation of genetic parameters for lesión scores and growth traits in group housed pigs. *Journal of animal science* 95: 4310 – 4317.