

Curva de crecimiento de cerdos de un criadero comercial de Tandil

Fuente:

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1448/CICARELLI,%20MARIA%20VITORIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Facultad de Ciencias Veterinarias

-UNCPBA-

Curva de crecimiento de cerdos de un criadero comercial de Tandil.

Cicarelli, María Victoria; Amanto, Fabián; Alvarado, Patricia Inés

Agosto, 2017

Tandil

Curva de crecimiento de cerdos de un criadero comercial de Tandil.

Tesina de la Orientación Producción Porcina, presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Veterinario del estudiante: Cicarelli, Maria Victoria.

Tutor: **Méd. Vet. Amanto, Fabián.**

Director: **Méd. Vet.; M. Sci. Alvarado, Patricia I.**

Evaluador: **Méd. Vet.; M. Sci. Rodríguez, Edgardo M.**

Agradecimientos

A mis papas Abel y Julieta, por ayudarme a estudiar la carrera que tanto amo y alentarme en todo momento, haciendo que nunca bajara los brazos.

A mi familia, por estar en cada momento que lo necesité.

A mis amigos, sin dudas esta etapa no hubiera sido tan hermosa sin ellos.

A mi profesor y tutor, Fabián Amanto, quien con sus clases reafirmó la orientación que tanto me gusta: Producción Porcina.

A Lucas, Samuel, Franco y Diego, quienes me tuvieron paciencia y me ayudaron en cada pesaje de los animales.

A mi directora, Patricia Alvarado por orientarme y ayudarme muchísimo en el desarrollo de este trabajo.

A mi evaluador, Edgardo Rodríguez quien me ayudo con el análisis de datos y en la redacción final.

A Diego Lescano, por toda la información brindada y su predisposición.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue la construcción de una curva de crecimiento, propia de un establecimiento, desde el destete a la faena, para luego realizar su análisis y comparación con tres curvas de crecimiento estándar (Control 1, Control 2 y Control 3). Se utilizaron una totalidad de 56 cerdos, divididos en siete grupos de diferentes edades al momento de comenzar el ensayo: 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 días. A partir de los registros se obtuvo el peso de destete promedio de cada grupo y la evolución del peso de todos los grupos desde el inicio hasta la faena se generó a partir de los pesos registrados semanalmente. El peso de los animales del ensayo en los distintos días de vida se analizó mediante un modelo de crecimiento exponencial. La curva de crecimiento obtenida del ensayo y las tres curvas estándares se compararon a partir del tiempo medio de crecimiento, el ajuste del modelo fue realizado utilizando el procedimiento NLMIXED del SAS V9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA). Para los animales del ensayo, el tiempo medio de crecimiento, fue de 120 días (intervalo de confianza 95%: 111–129 días). Los tiempos medios estimados para las curvas estándares (123, 128 y 126 días, para el Control 1, Control 2 y Control 3, respectivamente) están contenidos en el intervalo de confianza obtenido para los datos del ensayo. Por lo tanto, si bien el tiempo medio de crecimiento en los animales del ensayo fue menor, las diferencias con los estándares no serían estadísticamente significativas. Antes de reemplazar la curva control que se utiliza actualmente el criadero por una generada con datos propios de la granja para utilizar como herramienta de evaluación, se sugiere desarrollar una curva que resuma una mayor cantidad de información desde el destete hasta la faena.

Palabras clave: curva de crecimiento, porcinos.

Índice

Contenido	Página
1. INTRODUCCION.	1
2. ANTECEDENTES.	2
2.1. Crecimiento y desarrollo del cerdo.	2
2.1.1. Definición de crecimiento y desarrollo.	2
2.1.2. Ondas de crecimiento.	3
2.2. Medición y representación del crecimiento.	4
2.2.1. Curvas de crecimiento.	4
2.2.2. Utilidad de las curvas de crecimiento.	6
2.2.3. Modelos matemáticos.	7
2.3. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo.	7
2.3.1. Genotipo.	9
2.3.2. Peso al destete.	10
2.3.3. Peso de faena.	11
2.3.4. Temperatura ambiente.	12
3. MATERIALES Y METODOS.	16
3.1. Lugar y momento de trabajo.	16
3.2. Animales.	16
3.2.1. Instalaciones y manejo.	16
3.2.2. Alimentación.	17
3.3. Registro de datos.	18
3.3.1. Peso vivo.	18
3.3.2. Tablas de desempeño estándares.	21
3.3.3. Temperatura.	22
3.4. Análisis estadístico.	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	25
5. CONCLUSIÓN.	31
6. BIBLIOGRAFÍA.	32

1. Introducción.

El aumento del consumo interno de carne porcina en Argentina ha sido, entre otros factores, causante del aumento de la producción porcina bajo una diversa gama de sistemas productivos a lo largo del país con un mismo fin: mayor producción con el menor costo posible. La evaluación de la eficiencia de un sistema productivo se realiza a través de los indicadores físicos de producción; mientras que, la evaluación de la eficiencia de producción de los animales del sistema productivo se analiza al evaluar cómo crecen según las condiciones que le son brindadas en el criadero. Es aquí donde las curvas de crecimiento constituyen una herramienta valiosa para observar el patrón de crecimiento de los cerdos de cada sistema productivo, brindando la oportunidad de describir y analizar parámetros productivos tales como: ganancia media diaria (GMD), intervalo de tiempo entre el destete y la faena, entre otros. A partir de su análisis se puede identificar aquellos factores que impacten en el desarrollo de ese patrón y, por lo tanto, tomar medidas para mantener y/o mejorar la eficiencia productiva.

La comparación de una curva de crecimiento obtenida en un sistema particular con aquellas curvas estándares, brindadas por las empresas proveedoras de genética, constituye una herramienta más en la toma de decisiones que busquen mantener y/o aumentar la eficiencia productiva de un sistema.

El objetivo específico del presente trabajo fue crear una curva de crecimiento de referencia para los cerdos de un establecimiento comercial de cría intensiva, desde el destete a la faena y compararla con curvas de crecimiento estándares.

A continuación, y previo a presentar el trabajo, se presentan antecedentes sobre crecimiento y desarrollo referidos al cerdo, cómo se mide y se representa el crecimiento, y los factores más relevantes, para este trabajo, que afectan al crecimiento.

2. Antecedentes.

2.1. Crecimiento y desarrollo del cerdo.

2.1.1. Definición de crecimiento y desarrollo.

Los fenómenos de crecimiento y desarrollo son dos procesos sumamente importantes en la producción animal, incluida la industria porcina, debido a que de la evolución de ambos procesos dependerán la cantidad y calidad de la res.

El crecimiento incluye uno o más de los tres procesos siguientes: multiplicación celular, ampliación celular e incorporación de material extraído del medio ambiente (Brody, 1945; citado por Gu *et al.*, 1992). Hammond (1966) sistematizó los conocimientos sobre crecimiento y desarrollo, y definió al crecimiento como: “El aumento de peso vivo (PV) experimentado por un individuo desde su concepción hasta su estabilización en la edad adulta”; e indicó que durante el crecimiento ocurren dos fenómenos: 1) el crecimiento en sí, donde el animal va aumentando de peso, hasta alcanzar el tamaño adulto o madurez; y 2) el desarrollo, donde el animal modifica su conformación corporal, alcanzando la plenitud de sus funciones y facultades.

La medida de crecimiento más usual en las distintas especies es la variación del peso corporal en el tiempo. Sin embargo, en el caso particular del cerdo, el proceso de crecimiento se juzga en términos de masa corporal de tejido magro y no a través de la masa total, debido a que los niveles de tejido adiposo en el cerdo maduro son variables y sumamente dependientes de la nutrición y del genotipo (Whittemore, 1996).

Como quedó expuesto hasta aquí, el crecimiento hace referencia a lo meramente cuantitativo; mientras que, el desarrollo es un proceso cuantitativo y cualitativo que se realiza siguiendo cierto orden fisiológico llamado ondas de crecimiento. La evolución de la conformación y de las proporciones de los animales en crecimiento indica que no todas las regiones y tejidos corporales crecen con la misma intensidad y al mismo tiempo (crecimiento alométrico); y que la evolución del proceso depende de la prioridad nutritiva de los tejidos. El cerdo recién nacido es proporcionalmente voluminoso en su cabeza, con extremidades largas, cuerpo corto y poco profundo; a medida que el animal se desarrolla, el cuerpo se alarga y aumenta en profundidad, las extremidades son

proporcionalmente más cortas y el miembro posterior va adquiriendo mayor masa muscular (Hammond, 1966). Estos grandes cambios obedecen al impulso de tres ondas de crecimiento bien definidas.

2.1.2. Ondas de crecimiento.

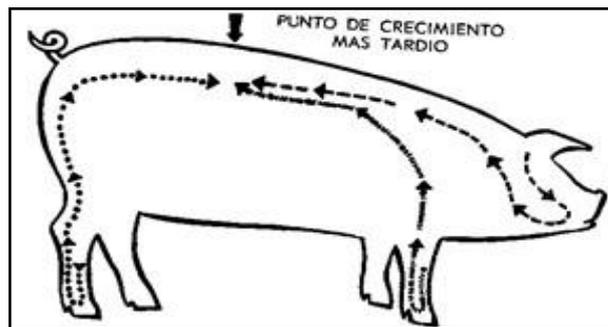


Figura 1: Ondas de crecimiento en el cerdo. Extraído de Vieites y Basso (1986).

En la Figura 1 (extraída de Vieites y Basso, 1986), se muestra un esquema de las ondas de crecimiento. La primaria o axial, parte de la cabeza dirigiéndose por un lado hacia craneal y por el otro hacia caudal, produciendo el desarrollo en longitud del animal, desde la cabeza hacia caudal. La segunda onda de crecimiento o apendicular parte desde el tarso y el carpo y se dirige hacia dorsal, definiendo así el crecimiento en altura del animal, determinando la alzada. La tercera onda, denominada descendente, actúa de dorsal a ventral y provoca el crecimiento en ancho de los diferentes huesos largos tales como las costillas. Esta última onda, al ser la más tardía hace que la unión de la región del lomo con la última costilla sea la de desarrollo más tardío (Hammond, 1966).

2.2. Medición y representación del crecimiento.

2.2.1. Curvas de crecimiento.

El crecimiento animal es uno de los procesos más importantes al momento de evaluar la productividad de las explotaciones dedicadas a la producción de carne y, en algunos casos, es usado como criterio de selección. La medida del crecimiento debe basarse en una unidad que describa lo más exacto posible el cambio producido. La descripción matemática del comportamiento del crecimiento de los animales es la curva de crecimiento, ya que permite relacionar la variación del peso en función del tiempo a través de un modelo no lineal (Paz, 2002; citado por Freitas, 2005).

Son varias las formas en que el proceso de crecimiento puede ser graficado, sin embargo, las más utilizadas se detallan a continuación:

Curva de crecimiento total o de ganancia acumulativa de peso:

Tradicionalmente, la medición del peso vivo a través de la unidad tiempo ha sido la forma más usada para evaluar el crecimiento. Esta gráfica del proceso de crecimiento de uno o varios animales es lo que se conoce como curva de crecimiento (Figura 2), y expresa el crecimiento como un aumento de peso que se va acumulando durante un período de tiempo prefijado.



Figura 2: Curva de crecimiento total. Extraída de Whittemore (1996).

La curva sigmoidea característica consta de dos fases diferentes, una fase de crecimiento acelerado al principio de la vida, en la cual el potencial de crecimiento del animal es muy elevado, observándose ganancias importantes de peso en valor absoluto por unidad de tiempo. La segunda parte de la curva determina la fase de auto inhibición o crecimiento desacelerado. A partir de cierta edad que generalmente corresponde con la pubertad, el potencial de crecimiento disminuye. Las ganancias de peso realizadas por unidad de tiempo son cada vez más pequeñas, hasta que finalmente el animal alcanza la madurez. En esta etapa la curva es de inclinación decreciente. El punto en que cesa la aceleración del crecimiento para iniciar la desaceleración del mismo, se conoce como punto de inflexión, que coincide con la pubertad. Es el punto donde la velocidad de ganancia es mayor, inmediatamente antes de comenzar a descender, como lo indica la curva de ganancia diaria. Su coincidencia con una época de profundos cambios endocrinos obliga a pensar que la producción de ciertas hormonas ejerce una acción decisiva sobre el proceso del crecimiento.

En el caso del cerdo, la velocidad de crecimiento inicialmente es baja, luego se hace máxima y, a medida que el animal se acerca a la madurez, disminuye; siendo el período de máximo crecimiento el de importancia económica porque determina la época de mayor rendimiento (Hammond, 1966).

Ganancia media diaria (GMD): Es la expresión utilizada con mayor frecuencia por el productor, que suele referirse al promedio de aumento diario conseguido por uno o varios animales (Figura 3). Para obtener este dato es preciso restar del peso final (P_f) el peso inicial (P_i) y dividir la diferencia por el número de días transcurridos (tiempo final (T_f) – tiempo inicial (T_i)) entre ambas determinaciones:

$$GMD = \frac{P_f - P_i}{T_f - T_i}$$

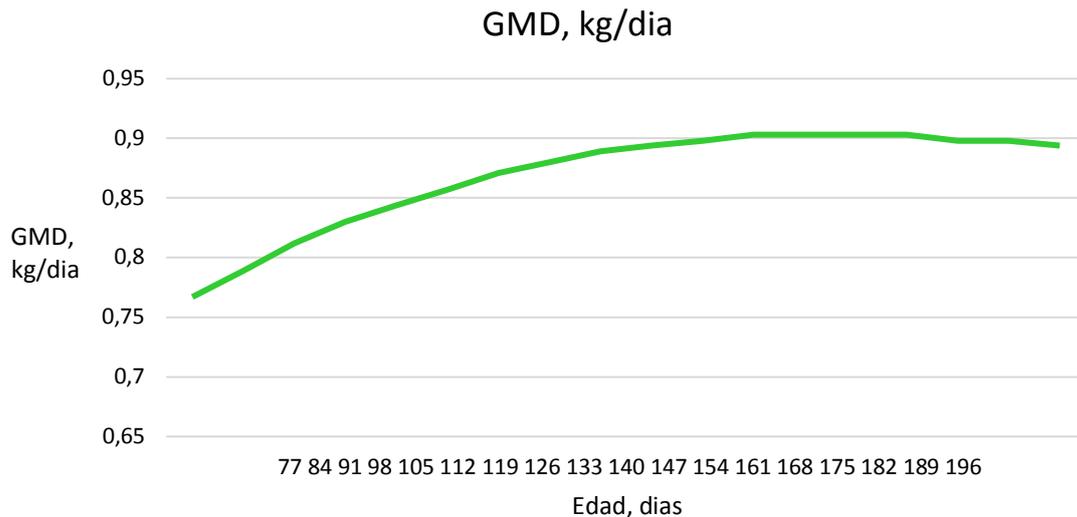


Figura 3: Curva de ganancia media diaria (GMD). Extraída de la guía de especificaciones nutricionales de Control 3.

2.2.2. Utilidad de las curvas de crecimiento.

Según de Carvalho (1996), Freitas (2005), Castillo Tlapa *et al.* (2009) y Aguilar Aguilar (2010), del análisis de las curvas de crecimiento surgen datos de extrema importancia tales como:

- Constituir un patrón de crecimiento normal de una raza o grupo genético bajo determinadas condiciones ambientales; estos patrones de crecimiento pueden ser utilizados como referencia para determinar la eficiencia productiva de un grupo o grupos específicos de animales con respecto al patrón de la raza; también pueden utilizarse para determinar o predecir si un animal es excepcional o si es necesario adoptar medidas correctivas en la explotación.
- Resumir en tres o cuatro parámetros, características del crecimiento de un individuo o población.
- Evaluar el perfil de la respuesta, de un individuo o población, a un determinado tratamiento en el tiempo.
- Identificar en la población los animales más pesados a edades más tempranas.
- Observar e identificar la variación entre y dentro de los individuos, lo cual es de gran interés en las evaluaciones genéticas.

- Obtener parámetros de interés tales como; tasas de crecimiento absolutas o relativas.

2.2.3. Modelos matemáticos.

Los modelos matemáticos constituyen una representación de los mecanismos que gobiernan un fenómeno natural. La base de datos que será analizada mediante estos métodos, constituyen observaciones (medidas) tomadas sobre el o los mismos animales en una secuencia de tiempo sucesivo, “medidas repetidas” (Aguilar Aguilar, 2010).

Estos modelos, son fundamentales e importantes en la descripción de las curvas de crecimiento ya que resumen el fenómeno de crecimiento en pocos parámetros descriptivos, los cuales pueden ser interpretados biológicamente (Vargas y Ulloa, 2008; citado por Castillo Tapla *et al.*, 2009).

Teniendo en cuenta ciertos criterios como: la convergencia o no, el coeficiente de determinación y la interpretación biológica de los parámetros, Freitas (2005) encontró que los modelos adecuados para describir el patrón de crecimiento de los cerdos fueron: Gompertz, logístico y Von Bertalanffy. Este resultado fue observado también por Freitas y Costa (1983) y Rodrigues *et al.* (1992, Citado por Freitas. 2005), quienes encontraron que los modelos de Von Bertalanffy, logístico, Gompertz y Richards tuvieron un buen ajuste a los datos, con valores altos de correlación.

2.3. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo.

A nivel mundial, el cerdo se comercializa en base a los componentes de su carcasa; siendo las proporciones de magro y grasa (tejido muscular y tejido adiposo, respectivamente) los componentes que definen la calidad de la res. En Argentina, desde el año 1995, se ha adoptado un sistema de tipificación denominado “por magro”, que tiene a la proporción de tejido magro en la res como criterio más importante de calidad, y se aplica en las categorías cachorros, capones y hembras sin servicio cuyas reses pesen entre 70 y 115 kg (Moreno y Telechea, 2011).

Bajo estos sistemas de tipificación, es primordial entender los procesos y/o factores que intervienen en los patrones de crecimiento del cerdo y

comprender que, mediante la modificación de estos factores, se puede modificar la eficiencia de crecimiento de los animales así como la calidad composicional de la carcasa (Gu *et al.*, 1992).

Tabla 1: Factores que afectan el crecimiento de los mamíferos. Extraída de Bavera *et al.* (2005).

Prenatal	Posnatal	
	Predestete	Postdestete
Genotipo del feto.	Genotipo.	Genotipo.
Sexo del feto.	Sexo.	Sexo.
Antro materno.	Peso al nacer.	Peso al destete.
Tamaño de la madre.	Aptitud materna.	Peso de faena.
Edad y desarrollo de la madre.	Edad y desarrollo de la madre.	Alimentación disponible.
Número de fetos.	Estado nutritivo de la madre.	Manejo.
Nutrición de la madre.	Producción de leche materna.	Clima.
Temperatura ambiente.	Alimentación al pie de la madre.	Adaptabilidad.
	Edad y desarrollo al destete.	Sanidad.
	Estado sanitario madre y cría.	Equilibrio hormonal.

Los factores que influyen sobre los procesos de crecimiento y desarrollo de los animales son varios (Tabla 1). En esta revisión, se hará mención en detalle de aquellos que fueron considerados al momento de registrar los datos durante el ensayo para determinar la curva de crecimiento, tales como: genotipo, peso de destete, peso de faena y temperatura ambiental. Estos factores, si bien se nombran y analizan por separado, están relacionados entre sí. Es decir: el genotipo definirá el patrón de crecimiento de un individuo, lo cual se corresponderá visiblemente con el peso al destete y a la faena, entre otros parámetros; pero también, el patrón de crecimiento estará influido por el ambiente y el manejo.

2.3.1. Genotipo.

El genotipo ejerce una influencia determinante sobre aspectos que componen el crecimiento del cerdo, tales como: peso al nacimiento, potencial de crecimiento de magro, GMD, índice de conversión alimenticia (ICA), precocidad y capacidad máxima de ingestión. En general, en la producción porcina, prácticamente no se utilizan razas definidas sino líneas genéticas, producto del cruzamiento de dos o más razas. En las últimas décadas, como resultado de estos cruzamientos, se han conseguido importantes avances en la mejora genética de los animales en engorde. El objetivo principal de la mejora genética en la producción de carne porcina ha sido disminuir la proporción de tejido graso y aumentar la de tejido magro en la canal y, consecuentemente, mejorar el ICA y la tasa de crecimiento (Whittemore, 1996; Gispert *et al.*, 1997 citado por Agostini *et al.*, 2013; Medel y Fuentetaja, 2014). En la Tabla 2, se observa como el cruzamiento entre razas impacta en la tasa de crecimiento.

Tabla 2: Tasa de crecimiento de razas puras vs. Cruzamientos. Extraído de Whittemore (1996).

Casos	GMD, g/día
Landrace tipo A	650
Landrace tipo B	700
Large White	750
Cruzamiento (Large White x Landrace tipo B)	725
Cruzamiento (Large White x Landrace tipo A)	700
GMD: ganancia media diaria.	

El componente más importante de la GMD del PV es la proteína (tejido magro), ya que controla tanto la eficiencia de la producción como la calidad del producto (Whittemore, 1996). Por ende, aquellos cerdos seleccionados para una mayor deposición de tejido magro mejorarán la tasa de crecimiento, por ejemplo la cruce de Hampshire x Yorkshire (Richmond y Berg, 1971; ver Tabla 3).

Tabla 3: Influencia de la genética en la composición corporal y parámetros productivos. Extraído de Richmond y Berg (1971).

Cruzamientos	D x Y	H x Y	Y x Y
Edad a faena, días	173 a	173 a	187 b
Composición de la carcasa, %			
Magro	51,7	54,3	51,8
Grasa	38,6	35,9	38,1
GMD, g/día			
Peso vivo	535 a	532 a	489 b
Magro	177 a	185 b	161 c
D x Y: Duroc x Yorkshire; H x Y: Hampshire x Yorkshire; Y x Y: Yorkshire x Yorkshire. GMD: ganancia media diaria. a, b, c: Valores con letras diferentes dentro de una misma clase son estadísticamente diferentes a $P < 0,05$ o $P < 0,01$.			

2.3.2. Peso al destete.

Uno de los factores más importantes que influyen en el desempeño post destete en los cerdos es el peso al destete (Kummer *et al.*, 2009; Pinheiro *et al.*, 2014). El peso al destete presenta una relación positiva con el posterior desempeño del animal, debido a lo cual se lo utiliza como un parámetro de predicción productiva. Por ejemplo, Tokach *et al.* (1992, ver Tabla 4) observaron que por cada kilo adicional al destete se obtenían aproximadamente 2 kg a los 56 días de vida y 4 kg a la faena. Pinheiro *et al.* (2014) observaron similares resultados; cada kilo de peso ganado hasta el destete representó 1,9 kg a la salida del desarrollo y 4,2 kg a la salida de la terminación; y Snelson (2000, citado por Kummer *et al.*, 2009) observó que cada kilo ganado al destete representaba una ganancia aproximada de 2,6 kg a la finalización de la etapa de recría.

Wolter y Ellis (2001) (ver Tabla 4) observaron que los lechones de menor peso al destete, durante los 35 y 56 días de edad, mantenían una reducción del 8 % tanto en la GMD como en el consumo de alimento, en comparación a los cerdos más pesados; sin embargo, cuando midieron el desempeño global desde el destete hasta los 110 kg de peso, el peso al destete no afectó ($P > 0,05$) a la GMD, al consumo ni al ICA, dando como resultado que los cerdos más pesados requieran 8,6 días menos ($P < 0,001$) para alcanzar el peso de sacrificio.

Tabla 4: Influencia del peso al destete sobre el desempeño posterior de los cerdos.

Destete		GMD, g/día	ICA	Edad faena, días	Cita
Peso, kg	Edad, días				
4,5-5,0	21	350	---	---	1
5,4-5,9	21	600	---	181	
6,3-6,8	21	610	---	179	
7,2-7,7	21	630	---	174	
8,1-9,0	21	640	---	172	
3,9	21	738	2,73	170	2
5,4	21	775	2,71	161	
4,1-5	23,8	393	1,74	188-189	3
5,5-6,8	25,3	426	1,68	178-170	
7,3-8,6	25,3	400	1,64	168-163	

GMD: ganancia media diaria; ICA: índice de conversión alimenticia.
Cita: 1. Tokach *et al.*, 1992; 2. Wolter y Ellis, 2001; 3. Mahan y Lepine, 1991.

Si bien los lechones destetados con menor peso tienen la posibilidad mediante la alimentación más concentrada en nutrientes de tener una GMD más alta, cuando se evaluó la respuesta global de rendimiento desde el nacimiento hasta los 105 kg de peso corporal, los cerdos más pesados al destete, alcanzaron el peso de faena entre 10 y 20 días antes que los de menor peso (Mahan y Lepine, 1991, ver Tabla 4).

2.3.3. Peso de faena.

En cuanto al peso de faena de los animales, si bien es una decisión de cada productor o sistema productivo, a partir de determinado peso y porcentaje de madurez se prioriza la ganancia de tejido graso por sobre la de magro. Si bien el genotipo es un factor que define este porcentaje, generalmente, se da entre los 90 y 100 kg de PV. Por ende, la decisión de aumentar el peso de sacrificio tiene consecuencias sobre: la tasa de crecimiento, el consumo, el ICA y la calidad de la canal (Richmond y Berg, 1971; Whittemore, 1996; Medel y Fuentetaja, 2014).

En la Tabla 5, se comparan los resultados que Ellis *et al.* (1996) y Weatherup *et al.* (1998) obtuvieron al variar los pesos de faena. En el trabajo de Ellis *et al.* (1996) se observa que por cada 10 kg que aumenta el peso de faena por encima de los 80 kg de PV, la GMD disminuye 15 g, el rendimiento de la

canal aumenta 7,75 g y la grasa dorsal aumenta entre 0,5-0,6 mm, mientras que, en el trabajo de Weatherup *et al.* (1998) se observa que por cada 10 kg que aumenta el peso de faena por encima de los 70 kg de PV, la GMD y el rendimiento de la canal se mantienen, el consumo aumenta, el grosor de la grasa subcutánea aumenta 1,8 mm y el contenido de magro de la canal disminuye 14,6 g.

Tabla 5: Efecto del aumento de peso a la faena sobre la ganancia media diaria (GMD), el consumo de alimento, el rendimiento de la canal, el espesor de la grasa dorsal y el contenido de magro.

Cita	Ellis <i>et al.</i> (1996)				Weatherup <i>et al.</i> (1998)				
Parámetros				Valor P					Valor P
Peso faena, kg	80	100	120		70	80	90	100	
GMD, g/día	785	769	725	***	1153	1159	1126	1130	ns
Consumo, g/día	---	---	---		2680	2730	2930	3020	**
Rendimiento, g/kg	769	786	800	***	756	753	771	775	ns
Grasa dorsal, mm	14,7	15,7	16,9	***	12,9	14,6	15,5	18,5	**
Magro, g/kg	---	---	---		625	609	602	581	*
Valor P: ns, no significativo; * P<0,05; ** P<0,001; *** P<0,0001									

2.3.4. Temperatura ambiente.

La temperatura ambiente que resulta confortable para los cerdos depende en gran parte de su peso corporal y de la categoría (Whittemore, 1996). En la Tabla 6, se muestra como a medida que aumenta la edad (peso) de los cerdos la temperatura de confort es más baja.

Tabla 6: Temperatura de confort para cerdos de distinto peso corporal (La zona de confort oscilará sobre 1 °C por encima o por debajo de los valores dados).
Extraído de Whittemore (1996).

Categorías	Temperatura de confort (°C)
Lechones	
< 1 kg	32
2 - 5 kg	28
cerdos destetados	
6 - 8 kg	28
9 - 10 kg	26
10 - 15 kg	22
15 - 30 kg	20
en fase de acabado	
30 - 60 kg	18
60 - 120 kg	16
cerdas gestantes	18
cerdas lactantes	16
Verracos	18

En los cerdos, una temperatura ambiente alta se asocia con una disminución en el rendimiento de la canal debida, principalmente, a la reducción del consumo de alimentos y a la elevación del gasto energético asociado a los procesos de termorregulación; afectando, por tal motivo, tanto a la tasa de crecimiento como a la composición de la ganancia de peso. Los cerdos durante las etapas de desarrollo y terminación (30 a 65 kg de PV y 65 kg de PV a faena, respectivamente) son más susceptibles a los efectos del estrés por calor (Quiniou *et al.*, 2000; citado por Manno *et al.*, 2006).

Los cerdos experimentan calor cuando la temperatura ambiente efectiva es superior a la temperatura de confort, debido a que esta especie se ve incapacitada para disipar calor hacia el medio ambiente y, en consecuencia, disminuye el apetito en 1 g/kg de PV por cada grado °C por encima de la temperatura de confort (Whittemore, 1996).

Stahly *et al.* (1979, Citado por Le Bellego *et al.*, 2002), observaron una reducción del 12 al 19 % en el consumo de alimento en animales alojados a 35 °C, comparado con aquellos alojados a 22,5 °C. Resultados similares a los encontrados por Kerr *et al.* (2003) y Manno *et al.* (2006), quienes observaron que

los animales sometidos a stress por calor presentaron una reducción en el consumo de alimento de 15 y 12 %, respectivamente, y una reducción en la GMD.

Le Bellego *et al.* (2002) también encontraron una reducción en el consumo de alimento, en este caso fue de un 15%, en aquellos cerdos que durante la etapa de crecimiento fueron sometidos a estrés por calor, y establecieron una relación de que por cada °C por encima de la temperatura de termoneutralidad existe una disminución de 55 g/día en el consumo de alimento. Además, la GMD disminuyó un 13 % en estos animales.

La temperatura ambiente por encima de los rangos de termoneutralidad afecta la composición corporal, la cual guarda relación con la tasa de crecimiento. Cerdos alojados en un ambiente a 33 °C presentaron, producto de una reducción de la ingesta de alimento y por lo tanto en la ganancia diaria de peso, una mayor concentración de agua y concentraciones menores de proteína y ceniza en las carcasas, en comparación a aquellos cerdos alojados en un ambiente termo neutro (Kerr, 2003).

Por otra parte, no sólo la temperatura por encima de la zona de termoneutralidad afecta a los procesos de crecimiento, sino que también cuando la temperatura efectiva baja por debajo de la temperatura crítica inferior del animal (TCI), se sacrifica el rendimiento o la salud del cerdo (Baker, 2004; ver Tabla 7).

Fuller y Boyne (1970). Demostraron que por cada °C que la temperatura baja de la zona de confort se produce una disminución de $17,8 \pm 2,3$ g/d en la tasa de crecimiento de los animales.

Le Dividich *et al.* (1987) observaron, a medida que la temperatura ambiente se reducía de 28 a 12 °C, que, por cada °C que la temperatura bajaba entre los 28 y 20 °C era necesario aumentar la ingestión diaria de energía digestible (ED) en 0,0476 Mcal; mientras que, entre los 20 y 12 °C este valor ascendía a 0,104 Mcal/día. Estos valores de ED expresados en cantidad de alimento estándar de 3,18 Mcal ED/kg eran equivalentes a 15 y 33 g de alimento, respectivamente. Además, observaron una tendencia a que el porcentaje de músculo disminuyera, a la vez que el grosor de la grasa y el porcentaje de grasa trasera aumentarían linealmente con la disminución de la temperatura. Esta tendencia se acentuó aún más cuando las temperaturas eran cercanas a los 12

°C, obteniéndose canales de hasta 3 centímetros (cm) más cortas. Según Stahly y Cromwell (1979; citado por Le Dividich *et al.*, 1987), estos cambios en la conformación serían adaptaciones para minimizar la pérdida de calor en el frío a través de mejorar el aislamiento y reducir la superficie corporal.

Tabla 7: Aumento del consumo de alimento por cada grado centígrado (°C) que la temperatura cae por debajo de la temperatura crítica inferior. Adaptación propia de Holmes y Close (1977, extraído de Baker, 2004).

Categoría	Peso, kg	Aumento del consumo, g/día
Lechón.	1,8	70
Lechón.	9	122
Cerdo en recría.	~20	244
Cerdo en desarrollo.	~45	398
Cerdo en terminación.	~100	65
Cerda/o.	142	1100
Cerda/o.	> 204	630

3. Materiales y métodos.

3.1. Lugar y momento de trabajo.

El presente ensayo, se realizó en una granja comercial dedicada a la cría intensiva de cerdos, ubicada en el partido de Tandil, provincia de Buenos Aires, entre los meses de abril y agosto de 2016. La granja cuenta con 450 madres en producción.

3.2. Animales.

Se utilizaron una totalidad de 56 cerdos, divididos en siete grupos de diferentes edades. Al momento de comenzar el ensayo, la edad de los cerdos de cada grupo fue de 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 días. Cada grupo contó con ocho cerdos, que se seleccionaron buscando que fueran homogéneos en su condición corporal dentro de cada grupo. Luego de la elección, se procedió a la identificación individual mediante la colocación de caravanas.

Los animales estaban alojados, de acuerdo a su categoría, en instalaciones diferentes: salas de recría y/o galpones de desarrollo-terminación (ver Figura 4).

3.2.1. Instalaciones y manejo.

Las salas de recría tenían una capacidad de 100 - 120 animales por sala, y contaban con pisos *slat* de plástico y fosa. Los animales eran ingresados al momento del destete, con una edad promedio de 20 días y retirados a la edad de 65 - 70 días de vida con un peso aproximado de 30 kg. La temperatura ambiente era controlada mediante un sistema computarizado.

La fase desarrollo I se realizaba en el galpón 7; los animales eran ingresados con una edad de 65 - 70 días y un peso promedio de 30 kg y retirados a los 95 - 100 días de vida con un peso promedio de 50 kg. Las fases de desarrollo II y terminación I y II se realizaban en los galpones 5, 6 u 8, cuya utilización dependía de la rotación del vacío sanitario. Todos los galpones se encontraban divididos en corrales, cada corral tenía una capacidad para 40 - 50

animales, contaba con comedero automático y pisos *full slat*. La temperatura, en este caso, era controlada mediante cortinas.



Figura 4: imagen satelital de una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina.

3.2.2. Alimentación.

Para cada categoría, se detalla a continuación, en la Tabla 8 y 9, la dieta brindada con su correspondiente composición nutricional.

Tabla 8: Composición nutricional y consumo presupuestado para la categoría recria, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina. Los valores están indicados sobre base seca.

Tipo de alimento	Composición nutricional			Consumo, kg/animal
	EM, Mcal/kg	EE, %	PB, %	
Fase 1	---	6,5	20,0	2
Fase 2	---	6,0	21,0	4
Fase 3	3,35	3,5	19,5	10
Fase 4	3,35	3,0	19,0	25

EM: energía metabolizable; EE: extracto etéreo; PB: proteína bruta.

Tabla 9: Composición nutricional y consumo presupuestado para las categorías desarrollo y terminación, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina. Los valores están indicados sobre base seca.

Tipo de alimento *	Composición nutricional		Consumo, kg/animal
	EM, Mcal/kg	PB, %	
Desarrollo I	3,33	18,5	32
Desarrollo II	3,33	17,5	45
Terminación I	3,30	17,0	55
Terminación II	3,25	15,6	85

*Desarrollo I: de 30 a 50 kg de peso vivo (PV); Desarrollo II: de 50 a 65 kg de PV; Terminación I: de 65 a 90 kg de PV; Terminación II: de 90 kg PV hasta la faena.
EM: energía metabolizable; PB: proteína bruta.

3.3 Registro de datos.

3.3.1. Peso vivo.

El peso de destete de cada grupo se obtuvo de la base de datos del establecimiento.

Desde el inicio del ensayo, y hasta la faena de cada grupo, los animales fueron pesados cada siete días, los días miércoles de cada semana, entre las 9:00 y 11:00 horas.

Se utilizaron dos tipos de balanza. Para aquellas categorías que no excedían los 20 kg de peso individual promedio, se utilizó un indicador digital de peso (marca Vesta®, modelo 3400; ver Figura 5). Mientras que, para las

categorías de mayor peso promedio se utilizó una balanza mecánica (marca Donher®, modelo HD6, capacidad 3000 kg; ver Figura 6 y 7). Una vez obtenido el peso grupal se procedía a anotar en una planilla, indicando la fecha, el número de pesada, la edad aproximada del grupo, el peso grupal, el peso promedio (obtenido al dividir el peso grupal por el número de animales de cada grupo), el lugar de alojamiento y, en caso de que hubiera, las observaciones (por ejemplo: pérdida de caravana, muerte de algún animal del grupo).



Figura 5: Pesaje en balanza digital de los animales que no excedían los 20 kg de peso individual promedio, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina.



Figura 6: Balanza mecánica utilizada para pesar a los animales que excedían los 20 kg de peso individual promedio, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires.



Figura 7: Pesaje en balanza mecánica de los animales que excedían los 20 kg de peso individual promedio, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina.

3.3.2. Tablas de desempeño estándares.

Tabla 10: Tablas estándares de desempeño. Las celdas vacías indican que no existen datos para esa edad.

Edad, días	Control 1	Control 2	Control 3
	Peso promedio, kg		
20	6,0		
34	10,6		
41	13,4		
48	16,6		
55	20,6		
62	25,1	25,2	
69	30,0	39,5	29,1
76	35,1	36,1	34,7
83	40,5	42,1	40,6
90	46,2	48,4	46,8
97	52,1	54,8	53,3
104	58,1	61,4	60,0
111	64,4	68,2	66,8
118	70,9	75,1	73,7
125	77,9	82,1	80,6
132	84,6	89,0	87,6
139	91,7	96,0	94,6
146	98,6	103,1	101,5
153	105,7	110,0	108,3
160	112,7	116,8	115
167	119,6	123,5	121,0
174		130,0	128,0
181			134,0
188			140,3
195			146,2

Las curvas estándares, con las cuales luego se procedió a hacer la comparación con la curva del ensayo, fueron creadas a partir de los datos de tablas de desempeño estándares; dos provenientes de empresas genéticas (Control 2 y Control 3) y la tercera corresponde a una tabla control que se encontraba en el establecimiento de origen desconocido (Tabla 10).

3.3.3. Temperatura.

El registro de la temperatura no fue un objetivo cuando se planteó el trabajo; sino que se comenzó a registrar aproximadamente un mes después del inicio y el diseño inicial del trabajo no permitió realizar un análisis adecuado del efecto de la temperatura sobre la ganancia de peso. De todos modos se presentaron los registros de la temperatura ambiente de aquellos grupos donde se haya registrado. Durante el periodo comprendido entre el 11 de mayo y el 17 de agosto, diariamente se registró la temperatura en el lugar de alojamiento de los animales del ensayo. Los horarios establecidos para el registro de las temperaturas fueron 08:00, 13:00 y 18:00 horas. Se colocaron termómetros dentro (Figura 8 y 9) de las instalaciones; en el caso de la sala de recría fue utilizado un termómetro digital, mientras que en los galpones de desarrollo-terminación se utilizaron termómetros de máxima. Se tuvo en cuenta que, todos los termómetros estuviesen a una misma altura con respecto al piso y lo más cercano a la mitad de longitud del galpón.



Figura 8: Registro de la temperatura en el interior de un galpón, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina.



Figura 9: Registro de la temperatura en el interior de la sala de recría, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina

3.4. Análisis estadístico.

Para analizar el peso de los animales del ensayo en los distintos días de vida fue ajustado el siguiente modelo de crecimiento exponencial:

$$y_{ij} = \frac{\beta_0 + u_i}{1 + (\beta_1) \cdot e^{-\left(\frac{x_{ij}}{\beta_2}\right)}} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

y_{ij} : es el peso del grupo "i" en el tiempo "j"

x_{ij} : es el día "j", peso del grupo "i"

$(\beta_2) \cdot \ln(\beta_1)$: se interpreta como el tiempo de crecimiento medio.

La comparación de la curva de crecimiento obtenida del ensayo con las tres curvas estándares, se realizó a partir del tiempo medio de crecimiento (edad en la cual el animal alcanza la mitad de su peso adulto).

El ajuste del modelo fue realizado utilizando el procedimiento NLMIXED del SAS V9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA).

4. Resultados y discusión.

Los resultados promedios de cada grupo de cerdos se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11: Peso al destete (PD), Peso de faena (PF), edad de faena (EF), ganancia media diaria (GMD) y peso a los 160 días de vida de los grupos de cerdos 1 al 7 estudiados en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina.

Grupo	PD, kg	PF, kg	EF, días	GMD, kg/d	Peso a los 160 días*, kg
1	5,6	121,2	160	0,75	121,2
2	5,3	118,7	159	0,74	118,8
3	5,5	128,0	165	0,77	123,0
4	4,8	122,5	178	0,63	108,0
5	5,7	130,0	170	0,76	114,2
6	6,6	125,0	162	0,77	123,5
7	6,1	117,0	168	0,69	117,0

Peso día 160*: el día 160 de vida fue la edad en la cual se obtuvo por última vez un pesaje de todos los grupos.

En la Figura 10, se muestra el comportamiento de los pesos promedio, durante las etapas de recría desarrollo y terminación), de los grupos de animales en estudio y los pesos estándares de Control 1, Control 2 y Control 3. Se puede observar que el comportamiento de los pesos promedios de los animales en estudio es similar al de los estándares.

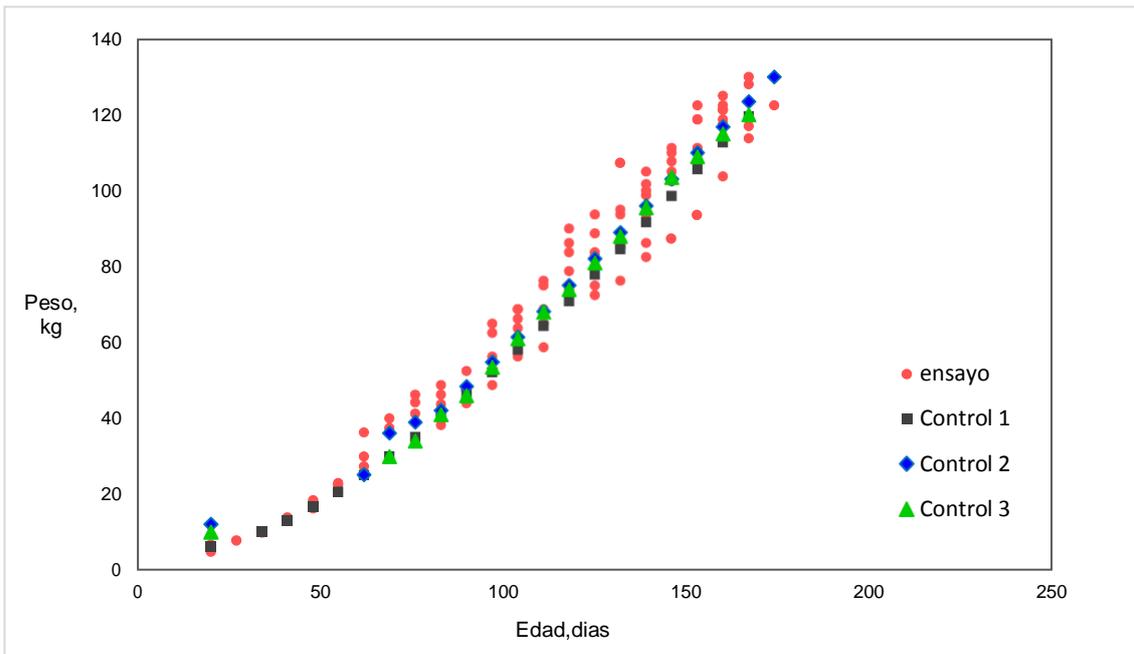


Figura 10: Peso promedio de los grupos de cerdos en estudio registrados desde el destete hasta la faena cada siete días, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina (círculo rojo); y los diferentes pesos estándares: Control 1 (cuadrado negro), Control 2 (rombo azul) y Control 3 (triángulo verde).

En la Figura 11, se muestran los pesos promedio de los siete grupos de cerdos utilizados en este estudio, graficados en función de los días de pesada, y la curva de crecimiento estimada con su correspondiente intervalo de confianza del 95%. Mientras que en las Figuras 12, 13 y 14, se muestran las curvas de crecimiento estimadas para Control 1, Control 2 y Control 3, respectivamente.

Los parámetros estimados para las curvas de crecimiento de los animales del ensayo se muestran en la Tabla 12, a partir ellos fue estimado el tiempo medio de crecimiento. Para los animales del ensayo, el tiempo medio de crecimiento, fue de 120 días (intervalo de confianza 95%: 111 – 129 días). Nótese que, los tiempos medios estimados para las curvas estándares (123, 128 y 126 días, para el Control 1, Control 2 y Control 3, respectivamente) están contenidos en el intervalo de confianza obtenido para los datos del ensayo. Por lo tanto, si bien el tiempo medio de crecimiento en los animales del ensayo fue menor, la diferencia con los estándares no sería estadísticamente significativa.

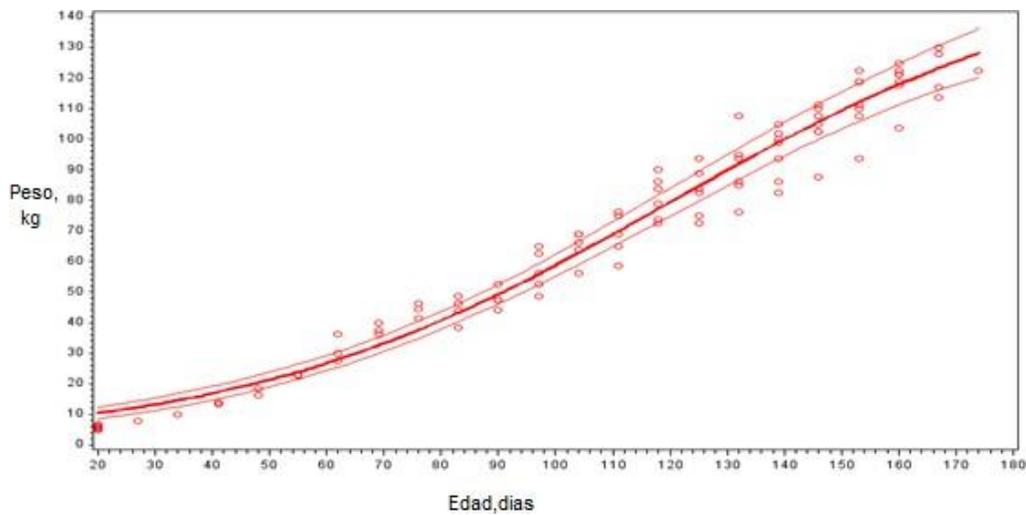


Figura 11: Pesos promedio de siete grupos de cerdos registrados semanalmente desde el destete hasta la faena, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina, y curva de crecimiento estimada con su correspondiente intervalo de confianza del 95%.

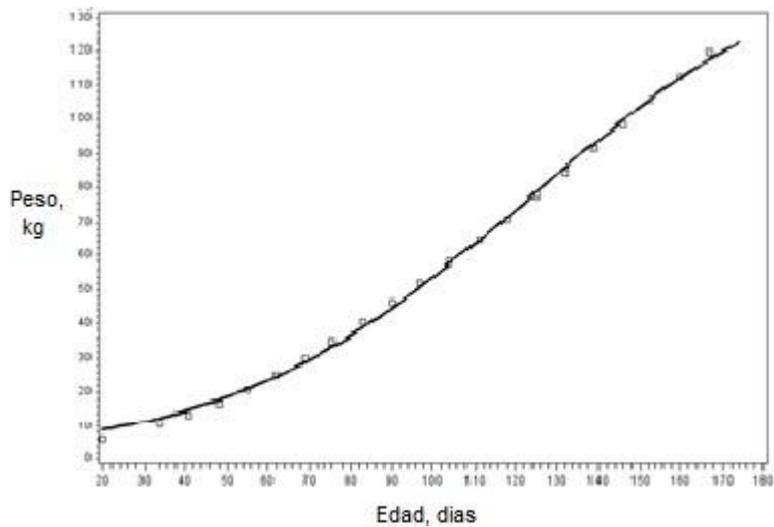


Figura 12: Peso del control 1 y curva de crecimiento estimada (línea llena).

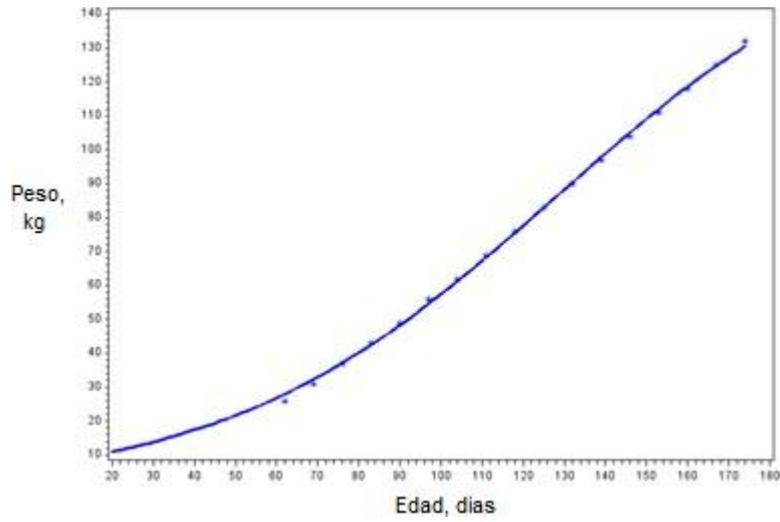


Figura 13: Peso de Control 2 y curva de crecimiento estimada (línea llena).

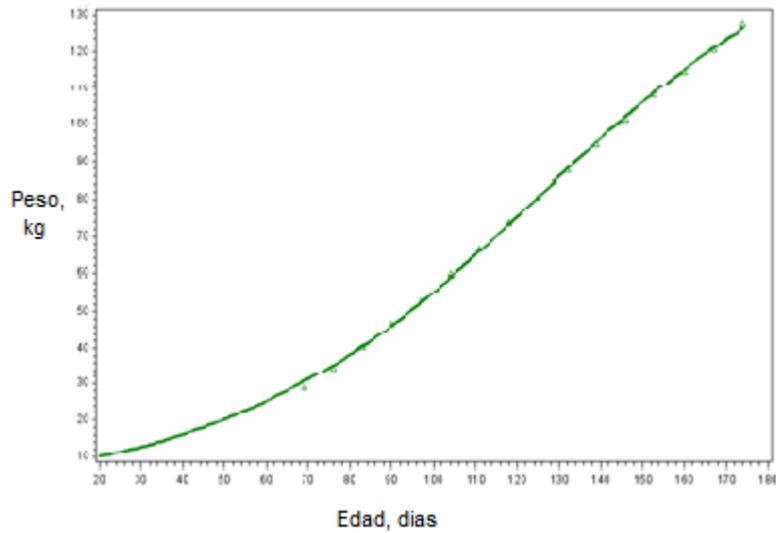


Figura 14: Peso de Control 3 y curva de crecimiento estimada (línea llena).

Tabla 12. Parámetros estimados de la curva de crecimiento para los datos registrados en el ensayo desde el destete a la faena, en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina, de Control 1, Control 2 y Control 3.

	Parámetros de la curva de crecimiento			Tiempo 1/2 de crecimiento (en días)		
	b0	b1	b2	Tiempo	LI95%	LS95%
Ensayo	158,7 (7,6)	24,3 (1,7)	37,6 (1,7)	120,0 (3,8)	110,7	129,2
Control 1	153,3 (4,6)	27,8 (1,2)	36,9 (1,1)	122,9 (2,6)	-	-
Control 2	171,7 (4,0)	24,0 (0,8)	40,2 (1,0)	127,7 (2,2)	-	-
Control 3	164,2 (2,9)	25,5 (0,8)	39,0 (0,8)	126,4 (1,6)	-	-

Valores entre paréntesis corresponden al error estándar; LI95%: límite inferior con un intervalo de confianza del 95%; LS95%: límite superior con un intervalo de confianza del 95%.

La curva de crecimiento obtenida en este ensayo no tiene la consistencia suficiente como para ser tomada como curva de referencia del criadero debido a diversos factores. En primer lugar, el número de grupos de animales estudiados fue bajo. Si bien se registraron los pesos de siete grupos, no en todos los grupos el peso se registró a lo largo de todo el período (destete a faena), y se fueron sumando registros a medida que se avanza en la edad. Esto último, se observa claramente en la Figura 11, dando una idea de mayor variabilidad hacia el final de la curva y la realidad es que al inicio, exceptuando al destete, la cantidad de registros durante la recría es de uno grupo (hasta el día 34) y de dos grupos (hasta el día 55), obteniéndose registros de peso de los siete grupos recién a partir de los 139 días. La cantidad de animales es un factor importante para obtener una curva de crecimiento que sirva de referencia; por ejemplo, Freitas y Costa (1983), para evaluar el modelo que mejor ajustaba, utilizaron un total de 270 animales de dos razas, manejados en iguales condiciones durante todo el período, en forma individual.

En la Tabla 13, se muestran las temperaturas ambiente promedio, máxima y mínima registradas para los lugares donde se encontraron los grupos 1 al 4,

indicando el período de edad en el cual se registraron para cada grupo ya que no se contó con registros de temperatura desde el destete. Los grupos 5, 6 y 7 no fueron considerados debido a la falta o cantidad insignificante de registros de temperatura ambiente tomados para esos grupos. La temperatura mínima registrada en los cuatro grupos estuvo por debajo de la temperatura confort, sin embargo, la temperatura promedio del grupo 4 estuvo 1,3 °C por debajo de la temperatura de confort. Fuller y Boyne (1970) demostraron que por cada grado que la temperatura baja de la zona de confort se produce una disminución de $17,8 \pm 2,3$ g/d en la GMD de los cerdos, sin embargo, la diferencia entre la GMD del promedio de los grupos 1, 2 y 3 con la del grupo 4 fue de 123,3 g/d. El menor desempeño del grupo 4 y la diferencia en el peso al destete de este grupo con respecto a los otros tres, dio por resultado que estos animales permanecieron 14 días más que el promedio de los otros tres grupos, hasta alcanzar el peso deseado por el productor. Estos resultados coinciden con los de Mahan *et al.* (1991), quienes encontraron que una diferencia de 1,4 a 1,8 kg al destete representaría una diferencia de 11 a 18 días para la faena.

Tabla 13: temperatura registrada durante el periodo 11 de mayo a 17 de agosto de los grupo 1, 2, 3 y 4 estudiados en una granja porcina intensiva en el partido de Tandil, Buenos Aires. Argentina.

grupo	Periodo de edad, días		Temperatura registrada, °C		
	inicial	final	mínima	promedio	máxima
1	69	160	14,3	16,8	18,5
2	82	159	13	15,9	18,2
3	102	165	13,4	16,3	18,5
4	122	178	11,2	13,7	15,5

5. Conclusión.

En el presente trabajo se pudo establecer una curva de crecimiento que no difirió significativamente de las curvas de crecimiento aportadas por empresas de genética y de otra curva control de uso general en los criaderos. Antes de reemplazar la curva control que se utiliza actualmente el criadero por una generada con datos propios de la granja para utilizar como herramienta de evaluación, se sugiere desarrollar una curva resuma una cantidad mayor de información desde el destete hasta la faena.

6. Bibliografía.

- Aguilar Aguilar, F. A. (2010). Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) y Tilapia Nilotica (*Oreochromis niloticus* Var. Chitralada) alimentadas con dietas peletizadas o extruidas. Tesis para optar al título de Magíster en Producción Animal Línea de investigación – Nutrición animal. Bogotá, Colombia. Disponible en el URL: <http://studylib.es/doc/7786460/modelos-matem%C3%A1ticos-no-lineales-como-herramienta-para> (10/12/2016).
- Agostini, P.; de Blas, C., Gasa, J. (2013). Caracterización e influencia de los principales factores de producción sobre los rendimientos de cerdos de cebo en condiciones comerciales españolas. Madrid. XXIX curso de especialización FEDNA. Disponible en el URL: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/215-13CAP_IV_2.pdf (12/8/2016).
- Baker, J. E. (2004). Temperatura efectiva ambiental. Disponible en el URL: <https://www.translate.google.com.ar/translate?hl=es&sl=en://www.aasv.org/shap/issues/v12n3/v12n3ptip.html&prev=search> (30/11/2016).
- Bavera, G.; Bocco, O.; Beguet, H.; Petryna, A. (2005). Crecimiento, desarrollo y precocidad. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Disponible en el URL: www.produccion-animal.com.ar (10/8/2016).
- Castillo Tlapa, R.; Domínguez Mancera, B.; Hernández Beltrán, A.; Martínez Hernández, J. M.; Cervantes Acosta, P.; Colin Ibarra, B. C. (2009). Modelos Matemáticos para la Estimación del Desarrollo de Novillas: Edad y Peso a Primera Concepción. Trabajo presentado en el 2º Encuentro Iberoamericano de Biometría. Disponible en el URL: www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/01/Biometria-2009.pdf. (04/04/2017).
- de Carvalho, L. R. (1996). Métodos de comparação de curvas de crescimento. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu UNESP, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área

de concentração Energia na Agricultura. Disponible en el URL: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/101837> (10/11/2016).

Ellis, M.; Webb, A. J.; Avery, P. J.; Brown, I. (1996). The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. Disponible en el URL: http://journals.cambridge.org/abstract_S135772980001506X (10/9/2016).

Freitas, A. R. (2005). Curvas de Crescimento na Produção Animal. R. Bras. Zootec., 34: 786-795.

Freitas, A. R.; Costa, C. N. (1983). Ajustamento de modelos não lineares a dados de crescimento de suínos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 18: 1147-1154.

Fuller, M. F.; Boine, W. (1970). The effects on environmental temperature on the growth and metabolism of pig given different amounts of food. Disponible en el [URL:https://www.cambridge.org/core/services/aopcambridgecore/content/view/CFB4D5C27E67E4C861CB2E4268A91001/S000711457100031Xa.pdf/theeffects-of-environmental-temperature-on-the-growth-and-metabolism-of-pigs-given-different-amounts-of-food.pdf](https://www.cambridge.org/core/services/aopcambridgecore/content/view/CFB4D5C27E67E4C861CB2E4268A91001/S000711457100031Xa.pdf/theeffects-of-environmental-temperature-on-the-growth-and-metabolism-of-pigs-given-different-amounts-of-food.pdf) (13/3/2017).

Gu, Y., Schinckel, A. P; Martin, T. G. (1992). Growth, development and carcass composition in five genotypes of swine. J. Anim. Sci., 70: 1719-1729.

Hammond, J. (1966). Capitulo v: cerdos, pp. 172-198. En Principios de la explotación animal. Ed: Acribia, Zaragoza. España.

Kerr, B.J., Yen, J.T., Nienaber, J.A y Easter, R.A. (2003). Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. J. Anim. Sci., 81: 1998-2007.

Kummer, R.; Dornelles Gonçalves, M. A.; Tesche Lippke, R.; Ferreira Passos, B. M.; Marques, P.; Mores, T. J. (2009). Fatores que influenciam o

desempenho dos leitões na fase de creche. *Acta Scientiae Veterinariae*, 37: 195-209.

Le Ballego, L.; Van Milgen, J.; Noble, J. (2002). Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pig. Disponible en el URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11890404>. (31/11/2016).

Le Dividich, J.; Noblet, J.; Bikawa, T. (1987). Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed to equal rate of gain. *Livest. Prod. Sci.* 17: 235–246.

Mahan, D. C.; Lepine, A. J. (1991). Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. *J. Anim. Sci.*, 69: 1370-1378.

Manno, M. C.; Miranda de Oliveira, R. F.; Lopes Donzele, J.; Pereira de Oliveira, W.; Gomes Marçal Vieira Vaz, R.; Nunes Silva, B. A.; Saraiva, E. P.; de Souza Lima, K. R. (2006). Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. *R. Bras. Zootec.*, 35: 471-477.

Medel, P.; Fuentetaja, A. (2014). Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos grasos. XVI Curso de especialización FEDNA. Disponible en el URL: https://www.researchgate.net/publication/28179861_Efecto_del_perfil_genetico_del sexo_del peso_al_sacrificio_y_de_la_alimentacion_sobre_la_productividad_y_la_calidad_de_la_canal_y_de_la_carne_de_cerdos_grasos (10/9/2016).

Moreno, A.; Telechea, J. M. (2011). Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de la cadena porcina. Disponible en el URL: <https://serviciosucesci.magyp.gob.ar/documentos/Informe-Cadena-Porcina.pdf> (21/10/2016).

Pinheiro, R.; Dallanora, D. (2014). Influência do peso ao desmame no desempenho de creche, pp 625-627. En Ferreira, A. H.; Carraro, B.; Dallanora, D.; Machado, G.; Machado Pinheiro, I.; Rohr, S. (eds), *Produção*

de Suínos: Teoría e Prática. 1 ra edición. Brasilia; associação Brasileira dos criadores de Suínos (aBcS).

Richmond, R. J.; Berg, R. T. (1971). Tissue development in swine as influenced by liveweight, breed, sex and ration. *Can. J. Anim. Sci.*, 51: 31-39.

Tokach, M. D.; Goodband, R. D.; Nelssen, J. L.; Kats, L. J. (1992). Influence of weaning weight and growth during the first week postweaning on subsequent pig performance. Disponible en el URL: <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/2556> (25/1/2017).

Vieites, C. M.; Basso, L. R. (1986). *Cerdos para carne*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. Pp. 112.

Whittemore, C. T. (1996). Cambios en el crecimiento y en la composición corporal de los cerdos, pp. 49-81. En: *Ciencia y práctica de la producción porcina*. Acribia S.A. Zaragoza, España.

Weatherup, R. N; Beattie, V. E; Moss, B.W; Kilpatrick, D. J; Walker, N. (1998). The effect of increasing slaughter weight on the Production performance and meat quality of finishing pig. Disponible en el URL: http://journals.cambridge.org/abstract_S1357729800033038 (30/1/2017)

Wolter, B. F.; Ellis, M. (2001). The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. *Can. J. Anim. Sci.* 81: 363–369.