

Evaluación de los efectos de la aplicación de betaína en el desempeño y calidad de canal en cerdos de engorde

**Mel Wilson Muñoz Tovar
Nora Pamela Montenegro González**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de los efectos de la aplicación de betaína en el desempeño y calidad de canal en cerdos de engorde

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Mel Wilson Muñoz Tovar
Nora Pamela Montenegro González

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2017

Evaluación de los efectos de la aplicación de betaína en el desempeño y calidad de los cerdos de engorde

Mel Wilson Muñoz Tovar
Nora Pamela Montenegro González

Resumen. En los cerdos, la betaína se considera un osmoregulador, ya que protege a las enzimas y membranas celulares contra la inactivación inducida por osmosis. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la aplicación de betaína (Betafin® S1) en la dieta de cerdos de engorde sobre la Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo Alimenticio (CA), Índice de Conversión Alimenticia (ICA), espesor de grasa dorsal, área del lomo y rendimiento de canal caliente (RCC). El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. Se utilizó 144 cerdos entre hembras y machos castrados, cruces de las razas Yorkshire×Landrace×Duroc. Los cerdos fueron evaluados en la etapa de crecimiento (70-105 días de edad), desarrollo (105-140 días de edad) y final (140-161 días de edad). Se evaluaron dos tratamientos: una dieta con adición de betaína (2 Kg/TM de Betafin® S1) y otra con la dieta convencional de Zamorano (control). Se usó un modelo de BCA, un análisis de varianza ANDEVA con una separación de medias Duncan. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos en las variables GDP, CA en crecimiento, desarrollo y final, RCC y área de lomo. El ICA fue similar ($P > 0.05$) en crecimiento y final pero diferente en desarrollo ($P \leq 0.05$). Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en el espesor de grasa dorsal (2.36 cm para betaína y 1.93 cm para el control). La aplicación de betaína generó un aumento en el ICA en la etapa de desarrollo y un aumento de grasa dorsal, sin afectar las demás variables estudiadas.

Palabras claves: Aminoácido, Betafin® S1, enzimas, estrés, osmoregulador.

Abstract. In pigs, betaine is considered an osmoregulator since it protects the enzymes and cell membranes from osmosis-induced inactivation. The study's goal was to determine the effect of incorporating betaine (Betafin® S1) in growing-finishing pigs' diet on their average daily gain (ADG), feed consumption (FC), feed conversion ratio (FCR), back fat depth, loin depth, and hot carcass weight (HCW). The study took place in Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 144 pigs were used (females and castrated males) crossbred from Yorkshire, Landrace, and Duroc. The pigs were studied during their growing stage (70-105 days old), development (105-140 days old), and finishing (140-161 days old). Two treatments were evaluated; a diet with betaine (2 kg/TM of Betafin® S1) and a conventional Zamorano diet (control). A randomized complete block (RCB) was designed which was analyzed using an ANOVA and a DUNCAN mean separation. No differences ($P > 0.05$) were found in ADG, FC, HCW, and loin depth among treatments. FCR was similar ($P > 0.05$) during growing and finishing but it was different ($P \leq 0.05$) in development. Back fat depth was found to be different ($P \leq 0.05$) with values of 2.36 and 1.93 cm for betaine and control diet pigs, respectively. Inclusion of betaine in diet caused an increase in FCR and back fat depth during development stage without affecting the other indicators studied.

Key words: Amino acid, Betafin® S1, enzymes, osmoregulator, stress.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	8
5. RECOMENDACIONES.....	9
6. LITERATURA CITADA.....	10
7. ANEXOS	12

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Efecto de la dieta con aplicación de betaína en el Consumo de Alimento (CA) en cerdos de engorde en la etapa crecimiento, desarrollo y final.	5
2. Efecto de la dieta con aplicación de betaína en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en cerdos de engorde en la etapa crecimiento, desarrollo y final.	6
3. Efecto de la aplicación de la betaína en el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en cerdos de engorde desde las etapas de crecimiento, desarrollo y final.	6
4. Efecto de la dieta con aplicación de betaína en el Área del Lomo (AL), Espesor de Grasa Dorsal (EGD) y Rendimiento de Canal Caliente (RCC) en cerdos de 161 de edad alimentados con betaína.	7
Anexos	Página
1. Temperatura promedio de los meses de estudio tomadas de la estación meteorológica “Zorrales Davis”	12

1. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población mundial a gran escala ha generado cambios en los hábitos alimenticios de los habitantes, los ingresos económicos y en las variaciones de las tendencias (FAO 2009). En los últimos años el consumo de carne ha aumentado por la demanda de los consumidores, esto se debe a que los consumidores buscan nuevas alternativas de dieta con alta calidad en la carne. La carne es uno de los alimentos más producidos en el mundo. China, la Unión Europea, Estados Unidos y Brasil son los mayores productores, contribuyendo con 15.3 millones de toneladas (FAO 2014) con proyecciones de aumento en los países en desarrollo.

La estandarización de los sistemas de producción ha permitido que la industria siga creciendo de una manera inimaginable. Un mayor número de crías con la misma cantidad de madres en menos granjas ha incrementado del rendimiento de los animales. El manejo del material genético, alimenticio e infraestructura están permitiendo el desarrollo del sistema pecuario. Esto hace referencia a especies de alto crecimiento y un eficiente índice de conversión alimenticia como los cerdos (FAO 2016).

La etapa de crecimiento y engorde del cerdo inicia cuando el sistema digestivo es capaz de sintetizar el alimento que se le administre sin tener complicaciones inmunológicas o algún tipo de estrés. Comienza cuando el cerdo tiene 20 kg de peso y culmina al ser enviado a cosecha a las 23 semanas aproximadamente. En la etapa de crecimiento ocurre la mayor síntesis de tejido magro y en la finalización prevalece la deposición de la grasa, por eso es importante asegurarse que la dieta tenga un balance adecuado para obtener una conversión eficiente de alimentos. En esta etapa se consume aproximadamente el 54% del total del alimento necesario para la vida del animal (Campabadal 2009).

La condición fisiológica de los cerdos permite elaborar diferentes dietas balanceadas en las cuales se deben considerar las fuentes de energía, proteína, vitaminas, minerales y aditivos no nutricionales para maximizar su potencial. Las dietas pueden contener alimentos balanceados o residuos agrícolas generados de alguna actividad, esto representa un ingreso económico y se contribuye a la seguridad alimentaria con fuente de proteína y a la red de seguridad financiera al generar ingresos (FAO 2016). La tecnología moderna brinda productos que se pueden utilizar en las dietas del cerdo; uno de esos productos pueden ser los aditivos no nutricionales que ayudan a promover el crecimiento, mejorar los rendimientos productivos junto con la calidad de la canal (Campabadal 2009). Uno de esos productos es la betaína, es un compuesto natural aminoacídico, químicamente trimetilglicina, que se encuentra en la mayoría de las plantas y animales en bajas cantidades y cuya concentración es muy elevada en plantas de la familia *Chenopodiaceae* como por

ejemplo la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*), de donde se obtiene industrialmente y se forma en el organismo por la oxidación de la colina (Rincón 2006).

En el cerdo la actividad de la enzima colina oxidasa es baja comparada con la de otras especies (Rojas Cano 2016). Debido a su estructura química, la betaína tiene diferentes funciones tanto a nivel gastrointestinal y metabólico (Eklund et al. 2005). Este aminoácido es usado como modificador metabólico ante diferentes condiciones de estrés, el cual ha provocado un impacto al momento de la cosecha. La betaína estimula la movilización de lípidos del hígado e influye en el nivel de lipoproteínas de la sangre, estimula la síntesis de carnitina y mejora la oxidación de ácidos grasos en la mitocondria e influye en la deposición de grasa en la canal y aumenta simultáneamente la formación de musculo (Fernández et al. 2003).

En estudios anteriores la betaína se ha evaluado en la digestibilidad de la grasa y ácidos grasos en cerdos en crecimiento, como resultado se obtuvo un cambio muy leve en cuanto a la proporción de grasa y proteína presente en la canal del animal después de la cosecha. Los resultados son proporcionalmente parecidos a los obtenidos con razas mejoradas e ibéricas. Se notaron cambios en la presencia de ácidos grasos mono-insaturados, aumentando estos y disminuyendo los ácidos grasos saturados en grasa subcutánea (González Valero et al. 2009). Estudios como este han despertado interés sobre la betaína y han abierto diferentes campos de investigación de su uso y aplicación.

- El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la aplicación de betaína en la dieta de cerdos de engorde sobre la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y su efecto en las características de canal como espesor de grasa dorsal, área de lomo (*Longissimus dorsi*) y rendimiento de canal caliente. metodología

2. METODOLOGÍA

El estudio se realizó entre febrero y julio del 2017, en la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Está ubicada en el valle del río Yeguaré, a 30 km al suroeste de Tegucigalpa, Honduras. A una altura de 800 msnm y una temperatura promedio durante los meses de estudio de 23 °C. La cosecha de los cerdos se realizó en la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Se utilizó 144 cerdos entre hembras y machos castrados, cruces de las razas Yorkshire×Landrace×Duroc. Estos animales se evaluaron en la etapa de crecimiento (70-105 días de edad), la etapa de desarrollo (105-140 días de edad) y la etapa final (140-161 días de edad). Los animales fueron alojados en corrales con piso de cemento, aspersores para regulación de temperatura, bebederos tipo chupete y comederos tipo tolva.

Se realizó dos tratamientos los cuales fueron: una dieta con adición de betaína usando el producto comercial Betafin® S1 (2 kg/Tonelada) y otra sin betaína correspondiente a la dieta convencional realizada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (control).

Para evaluar el desempeño productivo se analizaron las siguientes variables:

Ganancia diaria de peso (kg/día): Se pesaron los cerdos al iniciar y culminar cada etapa de alimentación.

Consumo diario de alimento (kg): se pesó el alimento ofrecido y al finalizar cada etapa de alimentación se pesó el alimento rechazado.

Índice de conversión alimenticia: Se obtuvo de la relación entre el consumo diario de alimento sobre la ganancia diaria de peso (consumo/ganancia).

Espesor de grasa dorsal (mm): Se midió 24 horas después de la cosecha, se usó un pie de rey a la altura de la décima costilla.

Área del lomo (cm²): Se midió 24 horas después de la cosecha el área del músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la décima costilla utilizando el método de la Universidad de Illinois (hoja cuadrículada).

Rendimiento de canal caliente (%): Se calculó del porcentaje de la canal mediante el peso de canal caliente dividido al peso vivo del animal.

Para el estudio se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con dos tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, considerando cada corral como una unidad experimental. Para el análisis de los datos se realizó una prueba Duncan, con una $P \leq 0.05$. Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS® Versión 9.4).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de Alimento: No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en las etapas de crecimiento, desarrollo y final entre el grupo tratado con betaína y los animales de control (Cuadro 1). Estudios realizados por Fernández-Fígares et al. (2017) y Matthews et al. (2001) demostraron que el uso de betaína en las dietas no altera el consumo de alimento. Según Fernández-Fígares et al. (2003) al inducir al animal a estrés calórico o por espacio disponible por animal, la aplicación de la betaína tiene un efecto positivo en el consumo de alimento. Según las condiciones proporcionadas en la granja experimental de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, se asume que los animales no presentaron estrés calórico, presentando temperaturas promedio de 23 °C durante los meses del estudio. Se considera un punto crítico de temperatura mayor a 25 °C para cerdos de engorde (Pérez y Finestra 2016). Los resultados de este estudio también se compararon con los resultados de León et al. (1997) quienes obtuvieron valores mayores para los animales de control sin diferencia significativa.

Cuadro 1. Efecto de la dieta con aplicación de betaína en el Consumo de Alimento (CA) en cerdos de engorde en la etapa crecimiento, desarrollo y final.

Tratamiento	Consumo de alimento (kg/día)		
	Crecimiento ^{n.s.}	Desarrollo ^{n.s.}	Final ^{n.s.}
Betaína	2.07	2.76	2.25
Control	1.64	2.75	2.28
Probabilidad	0.18	0.94	0.88
Coefficiente de Variación	14.08	2.93	8.51

^{n.s.}: Diferencias no significativas entre tratamientos ($P > 0.05$)

Ganancia diaria de peso: No hay diferencia ($P > 0.05$) en los resultados obtenidos en la granja experimental de Zamorano. Sin embargo, estos datos son superiores a los obtenidos por Fernández-Fígares et al. (2017), quienes obtuvieron 0.705 kg para la dieta con betaína y 0.758 kg para la dieta control; tampoco presentando diferencia significativa. Fernández-Fígares et al. (2017) mencionan que la variable ganancia diaria de peso se ve afectada por la adición de betaína únicamente si el animal presenta algún tipo de estrés calórico, disponibilidad del alimento y disponibilidad de espacio por animal y que también depende de la raza del animal y las condiciones que a este se le provean. Esto puede indicar que cuando los cerdos no están sometidos a ningún tipo de estrés no se observa un beneficio en la inclusión de la betaína en la ganancia diaria de peso.

Cuadro 2. Efecto de la dieta con aplicación de betaína en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en cerdos de engorde en la etapa crecimiento, desarrollo y final.

Tratamiento	Ganancia Diaria de Peso (kg/día)		
	Crecimiento ^{n.s.}	Desarrollo ^{n.s.}	Final ^{n.s.}
Betaína	0.79	0.84	0.91
Control	0.80	0.83	0.88
Probabilidad	0.87	0.71	0.67
Coefficiente de Variación	10.77	2.71	10.08

^{n.s.}: Diferencias no significativas entre tratamientos (P >0.05).

Índice de conversión alimenticia: En las fases de crecimiento y final no se obtuvieron diferencias (P >0.05), siendo estos resultados similares a los obtenidos por Yu (2004) quien tampoco encontró diferencias significativas. Sin embargo, en las etapas de desarrollo si se obtuvo diferencias (P ≤0.05). Según estudios realizados por León et al. (1997) en la Universidad de Guadalajara el uso de betaína en dietas de cerdos es beneficioso bajo ciertos parámetros, los cuales incluyen los mencionados por Fernández-Fígares et al. (2017) en un estudio de la Universidad de Guadalajara con diferencias (P =0.003) debido a que los tratamientos fueron aplicados en grupos separados entre hembras y machos, lo cual reflejó la interacción entre sexo y tratamiento.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de la betaína en el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en cerdos de engorde desde las etapas de crecimiento, desarrollo y final.

Tratamiento	Índice de Conversión Alimenticia		
	Crecimiento ^{n.s.}	Desarrollo [*]	Final ^{n.s.}
Betaína	2.64	3.31 ^a	2.74
Control	2.01	3.29 ^b	2.59
Probabilidad	0.28	0.02	0.53
Coefficiente de Variación	22.39	0.12	8.92

^{n.s.}: Diferencias no significativas entre tratamientos (P >0.05)

^{*}: Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre los tratamientos (P ≤0.05)

Espesor de grasa dorsal: Los cerdos a los que se le proporcionó betaína presentaron mayor grasa dorsal que los cerdos sin adición del producto (P ≤0.05) (Cuadro 4). Este estudio difiere de los resultados de Yu (2004) quien obtuvo 2.35 cm de espesor de grasa con la aplicación de betaína y 2.97 cm con la dieta control. Este estudio sí presenta diferencia significativa a favor del uso de la betaína.

En los cerdos la proteína alcanza un nivel estable y la grasa corporal va en aumento a medida el animal gana peso dando como resultado un aumento notorio de grasa dorsal y una disminución de carne magra. Al aplicar betaína existe una reducción de grasa dorsal, pero

se debe considerar un tiempo extra para que el cerdo alcance un área muscular buena y también está influenciado por el genotipo y el estado de salud del animal (León et al. 1997). El índice de la grasa dorsal es un indicador importante para determinar la calidad de canal. Esta debe contener mayor grasa firme y con alto grado de saturación para que tenga un valor industrial mayor (Braun et al. 2007). Se considera 2 cm de espesor de grasa dorsal como límite máximo para que tenga un valor industrial mayor (Campabadal 2009).

Área del lomo: Esta variable no presentó diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 4). Estos datos concuerdan con los datos obtenidos con el estudio de Yu (2004) donde los resultados tampoco presentaron diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos. El grupo de cerdos fue un cruce de razas (Duroc \times Landrace \times Jia) alimentado con betaína (1500 mg/kg de dieta), las cuales presentaron valores de 25.74 cm² y 30.63 cm² con la dieta control.

La adición de betaína en la dieta aumenta la síntesis de metabolitos en el músculo, sintetiza la grasa de forma más eficiente por las mitocondrias y también aumenta la tasa de biosíntesis de L-carnitina (Lawrence et al. 2002).

Redimiendo de canal caliente: No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$) para la variable rendimiento de canal caliente (Cuadro 4). Este estudio difiere a los datos obtenidos por León et al. (1997) quienes obtuvieron 72.27% de rendimiento en la canal con la aplicación de betaína un valor menor comparado con el control de 80.04% de rendimiento de canal, el cual presentó diferencia significativa a favor del control y aducen esto a la influencia de los pesos iniciales que tenían al comenzar el experimento. Los cerdos control tenían un mayor peso inicial que los cerdos que se aplicó la betaína. Los rendimientos medios comerciales para cerdos de 100 kg de peso vivo oscilan entre el 78-80%, aumentando hasta el 81-82 % en cerdos con mayor peso (Salazar Medina 2009). Es decir, los cerdos en este estudio no cumplen con los rendimientos comerciales y esto desencadena a una baja valoración de la carne.

Cuadro 4. Efecto de la dieta con aplicación de betaína en el Área del Lomo (AL), Espesor de Grasa Dorsal (EGD) y Rendimiento de Canal Caliente (RCC) en cerdos de 161 de edad alimentados con betaína.

Tratamientos	EGD (cm) *	AL (cm ²) n.s	RCC(%) n.s
Betaína	2.36a	51.54	71.80
Control	1.93b	53.16	71.57
Probabilidad	0.001	0.63	0.22
Coefficiente de Variación	29.11	14.67	2.51

n.s.: Diferencia no significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$).

*: Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- La aplicación de betaína en la dieta de los cerdos de engorde no produce ningún cambio en el consumo alimenticio y ganancia diaria de peso en la etapa de crecimiento, desarrollo y final. Sin embargo, el índice de conversión alimenticia fue similar en crecimiento y final pero diferente en desarrollo.
- La aplicación de betaína en la dieta de los cerdos de engorde generó un aumento de grasa dorsal, sin afectar el área de lomo ni el rendimiento de canal caliente.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar la aplicación de betaína en la dieta alimenticia para las etapas de los cerdos de engorde a diferentes dosis.
- Reducir la cantidad de energía en la dieta para determinar el efecto de la betaína.
- Inducir estrés calórico a los cerdos de engorde y evaluar el efecto de la betaína.
- Efectuar ensayos en diferentes especies de animales, para determinar los efectos sobre los mismos.

6. LITERATURA CITADA

- Braun RO, Pattacini SH, Scoles GE, Cervellini JE. 2007. Productividad y calidad de grasa corporal en cerdos alimentados con cereales crudos y extruidos. <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/PRODUCTIVIDAD%20Y%20CALIDAD%20DE%20GRASA%20CORPORAL%20EN%20CERDOS.pdf>.
- Campabadal C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.pdf>.
- Eklund M, Bauer E, Wamatu J. 2005. Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock; consultado 2017 Sep 17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19079893>.
- FAO. 2009. Cambios en el sector pecuario: Tendencias de producción. <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s02.pdf>.
- FAO. 2014. Mercado de ganados 2023: Proyecciones de carne. http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/bovinos/05=Mercados/04=Carnes/_archivos/000003=Mercado%20internacional%20de%20carnes/000001-Proyecci%C3%B3n%20OCDE%20FAO%20carnes%202014-2023.pdf.
- FAO. 2016. Cerdos y la producción animal: División de Producción y Sanidad Animal; [consultado 2017 Sep 8]. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/production.html>.
- Fernández-Fígares, Morales I, Nieto J, González-Varelo. 2017. Uso de la betaína y ácido linoleico conjugado en la fase de crecimiento-cebo en cerdo blanco. http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2017/comunicaciones/2017_NyA_06.pdf.
- González-Varelo L, Rodríguez-Lopez JM, Lachica M, Fernández-Fígares I. 2009. Efecto de la betaína, el ácido linoleico conjugado o ambos sobre la digestibilidad de la grasa y ácidos grasos en cerdos ibéricos en crecimiento. http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2009/comunicaciones/2009_NyA_17.pdf.
- Lawrence BV, Schinckel AP, Adeola O, Cera K. 2002. Impact of betaine on pig finishing performance and carcass composition. *J Anim Sci.* 80(2):475–482. eng.

- León G, Orozco G, Reyes B, Enciso F. 1997. Utilización de betaína como suplemento alimenticio en el acabado de los cerdos. http://repositorio.cucba.udg.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3761/Leon_Diaz_Gerardo.pdf?sequence=1.
- Matthews JO, Southern LL, Bidner TD. 2001. Effects of betaine, pen space, and slaughter handling method on growth performance, carcass traits, and pork quality of finishing barrows. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11325204>.
- Pérez L, Finestra A. 2016. La Temperatura, factor crítico en la producción porcina; consultado 2017 Sep 24. <https://porcino.info/la-temperatura-factor-critico-la-produccion-porcina/>.
- Rincón C. 2006. El aditivo funcional para el alimento balanceado. Betaína; consultado 2017 Sep 14. <http://www.addigrains.com.ve/betaina.html>.
- Rojas Cano ML. 2016. Modificadores metabólicos en el cerdo ibérico. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=69460>.
- Salazar Medina LM. 2009. Evaluación y rendimiento en canales de res y cerdo e impacto económico en la industria cárnica. Corporación Universitaria Lasallista. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/396/1/EVALUACION%20Y%20RENDIMIENTO%20EN%20CANALES%20DE%20RES%20Y%20DE%20CERDO%20E%20IMPA.pdf>.
- Yu D. 2004. Effects of betaine on growth performance and carcass characteristics in growing pigs. Zhejiang Provincial Natural Science Foundation. https://www.ajas.info/upload/pdf/17_274.pdf.

7. ANEXOS

Anexo 1. Temperatura promedio de los meses de estudio tomadas de la estación meteorológica “Zorrales Davis”.

Mes (2017)	Temperatura (°C)
Febrero	21.97
Marzo	23.15
Abril	25.00
Mayo	24.26
Junio	23.54
Julio	22.77
Promedio	23.45