



# UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

---

---

CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA  
DIVISIÓN CIENCIAS DE LA VIDA  
MAESTRIA INTERINSTITUCIONAL EN PRODUCCIÓN  
PECUARIA

## HARINA DE CUCARACHA DE MADAGASCAR (*Gomphadorhina portentosa*), EN LA ALIMENTACIÓN DE LECHONES LACTANTES

TESIS

Para obtener el título de

MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS

Presenta

**SARAI RAMÍREZ MORALES**

Director

DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUIA

Co-director

DR. OTILIO GARCÍA MUNGUÍA

Asesores

DR. OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

DR. DARWIN HEREDIA NAVA



MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL  
EN PRODUCCIÓN PECUARIA



Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria

**HARINA DE CUCARACHA DE MADAGASCAR (*Gomphadorhina portentosa*), EN LA  
ALIMENTACIÓN DE LECHONES LACTANTES**

Para obtener el grado de Maestro en Producción Pecuaria

**SARAI RAMIREZ MORALES**

**Director de Tesis:**

DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA

**Co-director de Tesis:**

DR. OTILIO GARCÍA MUNGUÍA

**Comité Tutorial:**

DR. OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

DR. DARWIN HEREDIA NAVA

Irapuato, Guanajuato, 2020

*“En la Universidad de Guanajuato, todas y todos, nos comprometemos a garantizar el derecho de las mujeres a vivir libres de violencia.”*

## DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA

C.

DR. JOSÉ MARIO MENDOZA CARRILLO,  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CAMPUS IRAPUATO - SALAMANCA,  
P R E S E N T E.

En relación al trabajo de titulación de la C. SARAI RAMIREZ MORALES, nos permitimos comunicar a Usted que el trabajo de Tesis: “**HARINA DE CUCARACHA DE MADAGASCAR (*Gomphadorhina portentosa*)**, EN LA ALIMENTACIÓN DE LECHONES LACTANTES”, que fue desarrollado bajo la dirección del DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA, profesor de la División de Ciencias de la Vida y la codirección del DR. OTILIO GARCÍA MUNGUÍA investigador del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas de la UAA, ha sido terminado. El escrito fue revisado por el DR. OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO, y el DR. DARWIN HEREDIA NAVA y se autorizó la impresión del mismo.

Así mismo, nos permitimos proponer para la integración del Jurado a los Señores;

DR. OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO	PRESIDENTE
DR. DARWIN HEREDIA NAVA	SECRETARIO
DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA	VOCAL

A T E N T A M E N T E

“LA VERDAD OS HARA LIBRES”

Irapuato, Gto., 11 de Septiembre de 2020.

DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA  
DIRECTOR

DR. OTILIO GARCÍA MUNGUÍA  
CODIRECTOR

REVISOR

DR. OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

REVISOR

DR. DARWIN HEREDIA NAVA

“No entiendes realmente algo a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela”.

Albert Einstein

## **DEDICATORIAS**

Dedico esta tesis a mis padres Prudencia Morales y Ramiro Ramírez, por su apoyo incondicional y que en conjunto con mis hermanos Norma, Juan Carlos y Ramiro fueron un pilar en mi formación de posgrado.

Académicamente a mi director y co-director de tesis, el Dr. Carlos Alberto García Munguía y el Dr. Otilio García Munguía por compartir conmigo a lo largo de dos años sus conocimientos, experiencias, esfuerzos y por supuesto su paciencia para que termine satisfactoriamente mi maestría en tiempo y forma.

A mis asesores de tesis el Dr. Omar Francisco Prado Rebolledo y Dr. Darwin Heredia Nava por sus observaciones y su constante paciencia hacia mi persona en cada seminario, sin ellas esta tesis no sería posible.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, me gustaría agradecer a Dios por bendecirme a lo largo de este proceso de arduo trabajo, para consolidar el gran sueño anhelado.

A la Universidad de Guanajuato mi Alma Mater por adoptarme y proporcionarme un segundo hogar, donde tuve la oportunidad de estudiar, forjarme como profesionista y ahora con la formación de un posgrado de calidad.

A CONACYT por el trayecto de este posgrado, por los apoyos hacia el proyecto de investigación y que no se hubieran logrado sin esta valiosa institución, donde ahora soy parte de los egresados de posgrado, donde me siento orgullosa.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante todos estos dos años porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mis profes, el Dr. Cesar Andrés Ángel Sahagún por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad, al Dr. Alberto Margarito García Munguía, por los conocimientos transmitidos, el apoyo durante mi proyecto y mi estadía en mi estancia académica en Aguascalientes.

De igual manera agradecer a mis compañeros, amigos que conocí en el trayecto de estos dos años, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, como profesional y como persona, por sus consejos, que ayudaron a formarme como persona e investigador.

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo, evaluar la harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*), en la alimentación de lechones lactantes de Landrace/Duroc y de Cerdo Pelón Mexicano, ya que el lechón recién nacido requiere mayores cuidados. La búsqueda de nuevas alternativas en la alimentación, consecuencia de la demanda de proteína, se ha convertido en un punto de interés en la nutrición animal. El trabajo se realizó en el Centro de Conservación del Cerdo Criollo Mexicano de la Universidad de Guanajuato, se utilizaron 120 lechones de Cerdo Pelón Mexicano y en las instalaciones de una granja comercial, en Aguascalientes, Ags. se utilizaron 150 lechones lactantes de Landrace/Duroc divididos en cinco grupos de lactantes con 8 días de nacidos, en ambos casos. Se evaluó cuatro dietas formuladas (con 0, 25, 50 y 100% de harina de cucaracha de Madagascar) y un grupo Testigo. Se realizó un pesaje al inicio del proyecto y subsecuente cada 3 días hasta el destete, se utilizó ANDEVA y una comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.5$ ). Al destete, el peso se elevó de manera significativa en el tratamiento 5. En el consumo diario de alimento (CDA) los datos no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el perfil hematológico y químico por tratamiento, se observó que ambas evaluaciones se conservaron dentro del parámetro normal. Se puede concluir que la harina de *Gomphadorhina portentosa* no afecta en la salud del lechón. Con lo anterior se concluyó que una dieta para lechones aun lactantes es una herramienta ampliamente productiva y viable en la alimentación de cerdos.

**Palabras clave:** Criollo, Nutrición, Nutraceutica, Suinos.

## ABSTRACT

The present thesis had as aims to evaluate the Madagascar cockroach meal (*Gomphadorhina portentosa*), in the feeding of lactating piglets of Landrace/Duroc and Mexican Pigs, since the newborn piglet requires more care. A fundamental aspect is their feeding, in the production of piglets at weaning the main objective is to obtain the greatest weight gain, so it is necessary that they receive an adequate stimulus in this phase. The search for new food alternatives, a consequence of the demand for protein, has become a point of interest in animal nutrition. The work was carried out at the Conservation Center of the Mexican Criollo Pig at the University of Guanajuato, 120 piglets of Mexican Pigs were used and at the facilities of a commercial farm, in Aguascalientes, Ags. 150 lactating Landrace/Duroc piglets were used, divided into five groups of infants at 8 days of age in both cases. Four formulated diets (with 0, 25, 50 and 100% Madagascar cockroach flour) and a Witness group were evaluated. A weighing was carried out at the beginning of the project and subsequently every 3 days until weaning, ANDEVA and a comparison of Tukey means ( $P \leq 0.5$ ) were used. At weaning, weight increased significantly in treatment 5. In daily food consumption (ADC) the data do not show statistical differences between the treatments. In the hematological and chemical profile by treatment, both evaluations were kept within the normal parameter. In the haematological and chemical profile by treatment, it was observed that both assessments were within the normal range. It can be concluded that *Gromphadorhina portentosa* flour does not affect the health of the piglet. It was concluded that a diet for even lactating piglets is a widely productive and viable tool for feeding pigs.

**Keywords:** Creole, Nutrition, Nutraceuticals, Suinos.



## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. HIPÓTESIS</b> .....	<b>4</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
3.1.    Objetivo general .....	4
3.2.    Objetivos específicos .....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
4.1.    Producción de carne de cerdos actual .....	5
4.2.    Principales razas porcinas.....	6
4.2.1. Hampshire.....	6
4.2.2. Duroc.....	6
4.2.3. Yorkshire .....	7
4.2.4. Pietrain .....	7
4.2.5. Landrace .....	8
4.2.6. Large White .....	8
4.3.    Cerdo Pelón Mexicano.....	8
4.3.1. Alimentación del cerdo pelón mexicano .....	9
4.4.    Sistema digestivo del cerdo .....	9
4.4.1. Boca .....	9
4.4.2. Faringe .....	10
4.4.3. Esófago .....	10
4.4.4. Estomago .....	10
4.4.5. Intestino delgado .....	10

4.4.6.	Intestino grueso .....	10
4.4.7.	Páncreas .....	11
4.4.8.	Hígado .....	11
4.5.	El lechón lactante .....	11
4.5.1.	El cerdo pelón mexicano lactante .....	12
4.6.	Fisiología digestiva del lechón .....	13
4.7.	Factores que afectan la mortalidad de los lechones .....	14
4.7.1.	Mortalidad predestete según etiología .....	14
4.7.2.	Mortalidad en lechones lactantes del 0 al 3 día de vida .....	15
4.7.3.	Mortalidad en lechones lactantes del día 4 al 20 de vida .....	16
4.7.4.	Mortalidad en lechones lactantes a partir del día 20 .....	17
4.8.	Requerimientos nutricionales del lechón lactante .....	17
4.9.	Composición de la leche de la cerda.....	19
4.10.	Condición corporal de la cerda después de la lactación .....	20
4.11.	Adaptación al alimento solido.....	22
4.12.	Ingredientes más usados en los programas de alimentación en lactación....	22
4.12.1.	Ingredientes Proteicos.....	23
4.12.2.	Ingredientes Energéticos.....	23
4.12.3.	Minerales.....	24
4.12.4.	Niveles de vitaminas y elementos traza .....	25
4.13.	Importancia de los insectos en la alimentación animal.....	25
4.14.	Descripción de la cucaracha de Madagascar.....	27
4.15.	Composición nutricional de la Cucaracha de Madagascar .....	27
4.16.	Análisis microbiológico de la Cucaracha de Madagascar .....	31
4.17.	Sanidad animal .....	31
4.17.1.	Hematología y Química sanguínea en la producción de cerdos. ....	32
4.17.2.	Parámetros hematológicos y químicos del cerdo de línea comercial .....	33
4.17.3.	Parámetros hematológicos del cerdo pelón mexicano .....	35

<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>36</b>
5.1.	Localización del área de estudio.....	36
5.2.	Elaboración de la harina de cucaracha de Madagascar .....	36
5.3.	Tratamientos .....	36
5.4.	Variables a evaluar.....	39
5.4.1.	Ganancia diaria de peso .....	39
5.4.2.	Consumo.....	39
5.5.	Condición corporal de la cerda .....	39
5.6.	Perfil Hematológico y Química Sanguínea .....	40
5.6.1.	Hematología .....	40
5.6.2.	Química sanguínea .....	40
5.7.	Análisis estadístico .....	41
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	<b>42</b>
6.1.	Lechones lactantes de Landrace/Duroc.....	42
6.1.1.	Ganancia de Peso Diario y Consumo de Alimento .....	42
6.1.2.	Hematología .....	45
6.1.3.	Química sanguínea.....	53
6.2.	Lechones lactantes de Cerdo Pelón Mexicano .....	61
6.2.1.	Ganancia de Peso Diario y Consumo de Alimento.....	61
6.2.2.	Hematología .....	63
<b>6.2.3.</b>	<b>Química sanguínea.....</b>	<b>70</b>
6.3.	Comparación de ganancia diaria de peso por tratamiento en las razas evaluadas. ....	79
6.4.	Precio total de las diferentes dietas experimentales.....	84
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>85</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>87</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>101</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Producción de carne en el mundo .....	<b>5</b>
<b>Cuadro 2.</b> Principales factores responsables de muertes en lechones lactantes ....	<b>15</b>
<b>Cuadro 3.</b> Requerimientos nutricionales del cerdo lactante.....	<b>18</b>
<b>Cuadro 4.</b> Requerimientos de aminoácidos del cerdo lactante.....	<b>18</b>
<b>Cuadro 5.</b> Composición de la leche de la cerda estandarizada a un 88% de materia seca.....	<b>19</b>
<b>Cuadro 6.</b> Clasificación condición corporal de la cerda .....	<b>21</b>
<b>Cuadro 7.</b> Análisis composicional de la harina de <i>Gromphadorhina portentosa</i> .....	<b>28</b>
<b>Cuadro 8.</b> Composición aproximada de fuentes de proteína base seca (%) .....	<b>28</b>
<b>Cuadro 9.</b> Fibra detergente neutra, fibra detergente ácido y digestibilidad de la materia orgánica de diferentes fuentes de proteína. ....	<b>29</b>
<b>Cuadro 10.</b> Derivados de Terc-bitildimetilsilil de los Aminoácidos Encontrados en los hidrolizados de harinas probadas en el análisis GC-MS, los resultados se expresan como mg de aminoácidos/g de proteína cruda. ....	<b>30</b>
<b>Cuadro11.</b> Análisis microbiológico de la harina de <i>Gromphadorhina portentosa</i> . ...	<b>31</b>
<b>Cuadro 12.</b> Parámetros hematológicos en cerdos de línea comercial. ....	<b>33</b>
<b>Cuadro 13.</b> Parámetros químicos en cerdos de línea comercial. ....	<b>34</b>
<b>Cuadro 14.</b> Resultados de los hemogramas realizados a cerdos pelones mexicanos. ....	<b>35</b>
<b>Cuadro 15.</b> Componentes de la dieta experimental D1 .....	<b>37</b>
<b>Cuadro 16.</b> Componentes de la dieta experimental D2 .....	<b>38</b>

<b>Cuadro 17.</b> Componentes de la dieta experimental D3 .....	<b>38</b>
<b>Cuadro 18.</b> Componentes de la dieta experimental D4 .....	<b>39</b>
<b>Cuadro 19.</b> Ganancia diaria de peso (GDP) y consumo diario de alimento (CDA) entre los diferentes tratamientos de lechones lactantes Landrace/Duroc.. .....	<b>43</b>
<b>Cuadro 20.</b> Peso al destete (PD), porcentaje de mortalidad y condición corporal (CC) entre los diferentes tratamientos de cerdos lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>45</b>
<b>Cuadro 21.</b> Ganancia diaria de peso (GDP) y consumo diario de alimento (CDA) entre los diferentes tratamientos de lechones lactantes del cerdo pelón mexicano	<b>62</b>
<b>Cuadro 22.</b> Peso al destete (PD), porcentaje de mortalidad y condición corporal (CC) entre los diferentes tratamientos en lechones lactantes de cerdo pelón mexicano	<b>63</b>
<b>Cuadro 23.</b> Costo de ingredientes usados en las dietas experimentales. ....	<b>83</b>
<b>Cuadro 24.</b> Costo por kg de cada dieta experimental aplicada en los diferentes tratamientos. ....	<b>84</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ganancia diaria de peso de cada tratamiento lechones lactantes de Landrace/Duroc .....	<b>42</b>
<b>Figura 2.</b> Perfil hematológico de glóbulos blancos (WBC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>46</b>
<b>Figura 3.</b> Perfil hematológico de glóbulos rojos (RBC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>47</b>
<b>Figura 4.</b> Perfil hematológico de Hemoglobina (HGB) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc .....	<b>48</b>
<b>Figura 5.</b> Perfil hematológico de Hematocrito (HTC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>49</b>
<b>Figura 6.</b> Perfil hematológico de Volumen corpuscular medio (MCV) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>50</b>
<b>Figura 7.</b> Perfil hematológico de Amplitud de distribución Eritrocitaria (RW-CV) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>50</b>
<b>Figura 8.</b> Perfil hematológico de Hemoglobina corpuscular media (MCH) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>51</b>
<b>Figura 9.</b> Perfil hematológico de Concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>51</b>
<b>Figura 10.</b> Perfil hematológico de Plaquetas (PLT) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>52</b>
<b>Figura 11.</b> Perfil hematológico de Volumen plaquetario medio (MPV) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>53</b>
<b>Figura 12.</b> Perfil químico de Albumina (ALB) de lechones lactantes Landrace/Duroc .....	<b>53</b>

<b>Figura 13.</b> Perfil químico de Globulina (GLOB) de lechones lactantes Landrace/Duroc. .....	<b>54</b>
<b>Figura 14.</b> Perfil químico de Albumina/Globulina (A/G) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>54</b>
<b>Figura 15.</b> Perfil químico de Proteínas totales (PT) de lechones lactantes Landrace/Duroc.....	<b>55</b>
<b>Figura 16.</b> Perfil químico de Bilirrubina (BIL) de lechones lactantes Landrace/Duroc. .....	<b>56</b>
<b>Figura 17.</b> Perfil químico de Fosfatasa alcalina (ALP) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>57</b>
<b>Figura 18.</b> Perfil químico de Lactato deshidrogenasa (LDH) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>57</b>
<b>Figura 19.</b> Perfil químico de Creatinina (CREA) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>58</b>
<b>Figura 20.</b> Perfil químico de Urea (UREA) de lechones lactantes Landrace/Duroc.	<b>58</b>
<b>Figura 21.</b> Perfil químico del Volumen nitrógeno ureico (BUN) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>59</b>
<b>Figura 22.</b> Perfil químico del Alanina aminotransferasa (TGP) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>60</b>
<b>Figura 23.</b> Perfil químico del Aspartato aminotransferasa (TGO) de lechones lactantes Landrace/Duroc. ....	<b>60</b>
<b>Figura 24.</b> Ganancia de peso diario de los diferentes tratamientos con harina de cucaracha de Madagascar. ....	<b>61</b>
<b>Figura 25.</b> Perfil hematológico de glóbulos blancos (WBC) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. .	<b>64</b>

<b>Figura 26.</b> Perfil hematológico de glóbulos rojos (RBC) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>64</b>
<b>Figura 27.</b> Perfil hematológico de Hemoglobina (HGB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>65</b>
<b>Figura 28.</b> Perfil hematológico de Hematocrito (HCT) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>66</b>
<b>Figura 29.</b> Perfil hematológico de Volumen corpuscular medio (MCV) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>67</b>
<b>Figura 30.</b> Perfil hematológico de Hemoglobina corpuscular medio (MCH) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>67</b>
<b>Figura 31.</b> Perfil hematológico de Concentración de hemoglobina media (MCHC) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>68</b>
<b>Figura 32.</b> Perfil hematológico de Plaquetas (PLT) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>68</b>
<b>Figura 33.</b> Perfil hematológico de Volumen plaquetario medio (MPV) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>69</b>
<b>Figura 34.</b> Perfil hematológico de Albumina (ALB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>70</b>
<b>Figura 35.</b> Perfil hematológico de Globulinas (GLOB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>71</b>
<b>Figura 36.</b> Perfil hematológico de Albumina/Globulina (GLOB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>71</b>
<b>Figura 37.</b> Perfil hematológico de Proteínas totales (PT) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>72</b>
<b>Figura 38.</b> Perfil químico de Bilirrubina (BIL) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. . . . .	<b>73</b>



<b>Figura 39.</b> Perfil químico de Fosfatasa alcalina (ALP) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>73</b>
<b>Figura 40.</b> Perfil químico de Lactato deshidrogenasa (LDH) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>74</b>
<b>Figura 41.</b> Perfil químico de Creatinina (CREA) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>75</b>
<b>Figura 42.</b> Perfil químico de Urea (UREA) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>76</b>
<b>Figura 43.</b> Perfil químico de Volumen de nitrógeno ureico (BUN) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>76</b>
<b>Figura 44.</b> Perfil químico de Alanina aminotransferasa (TGP) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>77</b>
<b>Figura 45.</b> Perfil químico de Aspartato aminotransferasa (TGO) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano. ....	<b>78</b>
<b>Figura 46.</b> comparación de medias de GDP del tratamiento 1 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.....	<b>79</b>
<b>Figura 47.</b> Comparación de medias de GDP del tratamiento 2 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.....	<b>80</b>
<b>Figura 48.</b> Comparación de medias de GDP del tratamiento 3 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.....	<b>81</b>
<b>Figura 49.</b> Comparación de medias de GDP del tratamiento 4 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.....	<b>82</b>
<b>Figura 50.</b> Comparación de medias de GDP del tratamiento 5 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.....	<b>82</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción porcina se ha preocupado por ser más eficiente y obtener el mayor número de animales por hembra al año al menor costo de producción (García, 2002). El lechón recién nacido es la entidad que requiere mayores cuidados tanto al momento de nacer como en los días subsiguientes al nacimiento, es un animal expuesto a sufrir trastornos que pueden provocar un marcado retraso en su desarrollo y en muchos casos la muerte (Church *et al.*, 2002).

Los cerdos son criados con recursos disponibles locales, al no contar con fuentes estables o de buena calidad (Ly, 2008). La alimentación de los animales está condicionada a la disponibilidad de forrajes, de tal manera que se hace necesario contar con alternativas de alimentación para todo el año (Flores, 2001; Flores *et al.*, 2004).

El desarrollo de materias primas para usos sustentables y producción mediante transformaciones que sean energéticamente eficientes, minimicen o preferentemente eliminen la formación de residuos y uso de aditivos químicos en la elaboración de alimentos balanceados para la alimentación animal (Beker *et al.*, 1996).

La demanda de proteína en su mayoría al aprovisionamiento es costosa, por ello, un reto para todo el sector de la alimentación animal y para regiones como la India, China y África se ha dado la búsqueda de nuevas líneas de innovación en la nutrición animal, haciendo factible la utilización futura de insectos, dadas las necesidades en la alimentación animal (Fernández, 2014a; Fernández, 2014b).

Los insectos pueden ser un interesante y un prometedor sustituto en nutrición animal, para cubrir la demanda mundial. Se espera que en cinco años el uso de insectos como ingrediente alimenticio se utilice de manera habitual en la peces, aves y porcinos (Rumpold y Schlüter, 2013; Van Huis *et al.*, 2013).

El uso de insectos como alternativa en la alimentación de animales, es considerada una excelente opción debido a su capacidad de adaptación a condiciones adversas de humedad y temperatura. Por lo anterior se deduce que la

utilización de diferentes fuentes alternativas como harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) como fuente de proteína en la alimentación animal es viable, por su disponibilidad a pesar de circunstancias poco favorables, cuya adaptabilidad brinda ventajas productivas en sistemas de traspatio (Anaya y Bautista, 2008).

Un aspecto fundamental por atender en esta etapa de la vida de los lechones es su alimentación dado que de ello depende el desarrollo de los animales y la sola dependencia de la leche de la madre no llena las necesidades nutricionales de estos lechones (Sangeado, 2003).

Por lo tanto, la producción de lechones al destete debe ser el principal objetivo de toda empresa porcina, es necesario que en esta fase reciban un estímulo adecuado que acelere su desarrollo y les ayude a mejorar su resistencia al medio ambiente y les permita alcanzar el peso del mercado en el menor tiempo posible (Shimada, 2003).

Contreras (2018), utilizó la harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en la alimentación de pollos en etapa de iniciación donde hubo resultados significativos en la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, en el tratamiento con un 10% de concentración de *Gromphadorhina portentosa*.

Ramírez, *et al.* (2018), realizaron un estudio con el uso de la cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en la alimentación de pollos en desarrollo donde determinaron una mayor ganancia de peso con un menor consumo de alimento, concluyó que la harina de este insecto es de gran impacto a considerar en producciones.

Beruvides, *et al.* (2018), evaluaron el comportamiento productivo y de salud en lechones lactantes suplementados con azúcar fermentado con yogurt, donde la inclusión en la dieta con aditivo aumentó en forma lineal la ganancia de peso y disminuyó la incidencia de diarreas y la mortandad.

Sin embargo; es deficiente la información sobre de harina de insectos en lechones, siendo de vital importancia evaluar rasgos productivos a la inclusión en dietas, así como el estudio de mortalidad, requerimientos nutricionales y adaptación a alimento sólido para lechones en la etapa de lactación.

Así es como este proyecto tiene como objetivo el estudio evaluar la harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*), en la alimentación de lechones lactantes de raza Landrace/Duroc y Cerdo Pelón Mexicano, su efecto en la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, su compartamiento en los valores hematológicos y químicos sanguíneos.

## **II. HIPÓTESIS**

Con la suplementación de harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) en lechones lactantes de raza Landrace/Duroc y Cerdo Pelón Mexicano, se mejoran los parámetros productivos de las crías y de la madre.

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*), en la alimentación de lechones lactantes de raza Landrace/Duroc y Cerdo Pelón Mexicano.

### **3.2. OBJETIVOS PARTICULARES**

Evaluar la ganancia de peso y consumo diario en lechones suplementados con harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) en etapa de lactancia.

Evaluar la mortalidad en lechones lactantes suplementados con la harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*).

Evaluar la mortalidad en lechones lactantes suplementados con la harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*).

Evaluar la condición corporal de la cerda al destete.

Analizar parámetros hematológicos y químicos de los cerdos lactantes alimentados con harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*).

Realizar un análisis de costo con la harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) en lechones en etapa de lactancia.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO ACTUAL

La producción de carnes se ha intensificado desde finales de los años sesenta debido al crecimiento poblacional y al incremento de su nivel de ingreso. La producción de carne de aves, así como la del cerdo se ha distinguido de la de bovino y ovino (OCDE, 2019).

Las proyecciones de la FAO (2019) indican que la producción de carne continuará en aumento hasta alcanzar 376.3 millones de toneladas en 2030. De la misma manera, se prevé que la producción de carne de aves y cerdo seguirá en aumento, respecto de la de bovino y ovino, como se observa en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Producción carne de diferentes especies pecuarias en el mundo.

<b>PERIODO</b>	<b>1967/69*</b>	<b>1987/89*</b>	<b>1997/99*</b>	<b>2017*</b>	<b>2025***</b>	<b>2030***</b>
<b>Bovino</b>	38.0	53.7	58.7	69.8	77.5	88.4
<b>Porcino</b>	34.1	66.3	86.5	118.6	128.8	124.5
<b>Ovino</b>	6.6	9.1	10.8	14.6	16.8	20.1
<b>Aves</b>	12.9	37.2	61.8	120.1	135.8	143.3
<b>Total</b>	91.6	166.3	217.8	323.2	358.9	376.3

Millones de toneladas \*/ Promedio 5 anual; \*\*/ Estimado; \*\*\*/ Pronóstico

(Modificado de OECD/FAO,2018)

El cerdo se encuentra entre los animales con más capacidad para producir carne, su precocidad, capacidad reproductiva, cortó ciclo reproductivo y el valor nutritivo de la carne de cerdo lo señala como uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades del hombre (Gaucín,2019).

Sin embargo, factores como la modernización de la infraestructura, la integración vertical y la mejora de la bioseguridad ha permitido que los productores de carne de cerdo mexicanos aumenten la producción para satisfacer la creciente

demanda interna (Cuevas, 2019). Continúan líderes en producción los estados de Jalisco, Sonora, Puebla y Yucatán (FAO, 2019).

La producción de carne de cerdo, alcanzó 120.5 millones de toneladas en 2018 (FAO, 2019). El consumo *per cápita* de la carne de cerdo en México es de 16.6 kg (Gaucín, 2019). Para el 2019, aumentó a 1 235 millones de toneladas. Y el consumo de carne de cerdo en México continuará en aumento durante el 2020. Se estima que, para este año, se ubique en 2 425 millones de toneladas. Esto representa un crecimiento anual de 4% (OCDE, 2019).

## **4.2. PRINCIPALES RAZAS PORCINAS**

Las razas están clasificadas por grupos de animales con un origen común y rasgos que los identifican (con frecuencia el color y aspectos anatómicos) y los diferencian de los miembros de otras especies. Así cada raza presenta características únicas genotípicas y fenotípicas que son transmisibles por herencia a sus descendientes (Ávila, 2012).

### **4.2.1. Hampshire**

Los cerdos de esta raza son de color negro, con una franja blanca que rodea todo el tórax, llegando a veces hasta el abdomen. Es un cerdo de gran talla y tendencia a la producción de carne sin grasa. Las hembras son prolíficas y buenas madres. Se adapta muy bien y crece rápidamente pues alcanza fácilmente los 95 Kg. de peso con menos de 6 meses de edad. Posee relativas aptitudes reproductivas y buenos parámetros de calidad. Se utiliza generalmente como machos finalizadores de carne en cruzamientos (Montero *et al.*, 2015).

### **4.2.2. Duroc**

Proviene de Estados Unidos, presenta una capa de color rojo sólido con variantes desde el dorado hasta el rojo cereza; el color de la capa siempre es más claro en la región ventral. Las orejas son de tamaño mediano y dirigidas hacia el

frente, perfil recto, con grandes masas musculares, cuerpo largo, con sólida estructura ósea y excelentes aplomos (Montero *et al.*, 2015).

Los animales de esta raza se caracterizan por su rusticidad y buena adaptación a los climas cálidos. Destacan, a nivel productivo, por proporcionar calidad a la carne, se incrementa la grasa infiltrada en los productos de sus cruzamientos. A nivel reproductivo destaca su elevada prolificidad, se utilizó en los cruzamientos como línea paterna y línea materna. Se emplea habitualmente como línea paterna (Ávila, 2012).

#### **4.2.3. Yorkshire**

Raza europea, presenta como característica, pelaje blanco, de piel rosada; un perfil cóncavo, orejas erguidas, dorso-lomo casi recto. Muy valorada por sus características maternas, esta raza se usa habitualmente en cruces como línea materna. Es la mejor considerada entre las mejoradas, en cuanto a resistencia, cualidades maternas, capacidad lechera y productividad (FAO 2010<sup>a</sup>).

La raza Yorkshire es una buena productora de carne, de precocidad notable y capaz de lograr altos incrementos de pesos diarios, además hace una buena conversión de los alimentos. En pruebas de comportamientos, los animales de estas razas han alcanzado incrementos de pesos diarios de hasta 574g, rendimientos de canal elevados y notables pesos de los cortes valiosos (Ghio y Lucero, 2014).

#### **4.2.4. Pietrain**

Conformación correcta con osamenta adecuada. Provista de pelos duros y cortos. Peso de los verracos: 260 a 300 Kg. Peso de las cerdas: 230 a 260 Kg. La conformación del cerdo de raza Pietrain lo convierte en la mejor para cruces, cuyos productos ofrecen una canal más mejorada, independientemente del tipo de madre. La raza Pietrain es la única que produce una carne libre de grasa. La relación entre el peso de los músculos y el peso de la canal es la más elevada de todas las razas conocidas. El cerdo se caracteriza por musculatura a nivel de la escápula, el lomo bien provisto en músculos (Ghio y Lucero, 2014).



#### **4.2.5. Landrace**

El Landrace es un cerdo grande, blanco, tiene orejas caídas y fuertes (Araque, 2009). Son cerdos alargados (tienen un par de costillas más que las demás razas). Las hembras son muy prolíferas, pues sus camadas pueden llegar a los 11 lechones, a los que amamantan eficazmente. Los sementales también son muy fértiles, y son excelentes productores de carne (FAO, 2010<sup>a</sup>). Peso: hembras hasta 300Kg, los machos hasta 400 Kg (Montero *et al.*, 2015).

#### **4.2.6. Large White**

Los Large White se diferencia por su relación pintoresca, orejas erguidas, caras ligeramente cóncavas, color blanco, piel rosada, y largo lados en profundidad. Son valorados por su producción de tocino desde el inicio de la raza. Como su nombre indica, se caracterizan por su gran tamaño a lo largo (Araque, 2009).

La Large White es considerada como una raza robusta y resistente que puede soportar variaciones en el clima y otros factores ambientales. Su capacidad para cruzar con otras razas y mejorar, realmente se ha hecho un factor importante en casi todas partes donde se producen granjas porcinas comerciales (Liu *et al.*, 2018).

### **4.3. CERDO PELÓN MEXICANO**

Los cerdos criollos tiene grandes ventajas para la producción de carne en áreas rurales de países en desarrollo, entre las cuales se encuentran: tamaño, rusticidad, bajo costo y el capital para la producción de la piara, las cuales son características económicamente importantes (Velázquez, 2016).

El cerdo pelón mexicano tradicionalmente se ha empleado en condiciones de traspatio, como una forma de producción caracterizada por una actividad de baja escala, básicamente de subsistencia por las comunidades mayas (Paredes *et al.*, 2016), ya que se sabe que la ganancia de peso de estos cerdos es eficiente bajo sistemas tradicionales de alimentación, es decir: residuos de las cosechas, cocina y sin supervisión veterinaria, el cerdo pelón mexicano es una parte importante de la

tradición y cultura de los agricultores de algunos estados del sur de México (Álvarez y Medellín, 2005; Linares *et al.*, 2011; Sierra, 2002).

Estos animales son criados en comunidades rurales bajo condiciones poco tecnificadas, aprovechan tubérculos, forrajes y subproductos agrícolas, lo cual mejora así la dieta del campesino o criador y por otro lado son engordados para obtener un ingreso económico extra (Canul, *et al.* 2005; Lemus y Ly, 2010).

El cerdo pelón mexicano es descendiente del cerdo Ibérico, este es predominante en la Península Ibérica. Principalmente se caracteriza por su rusticidad y por su variada alimentación dependiente de la zona en la que se encuentre como tubérculos, desperdicios de cocina, frutas, verduras, raíces entre otras (Tapia,2009). Debido a su rusticidad son animales que presentan una gran resistencia a cualquier tipo de enfermedades y al clima cálido (Lemus y Ly, 2010).

#### **4.3.1. Alimentación del cerdo pelón mexicano**

Estudios realizados sobre la nutrición de cerdos criollos han determinado la habilidad que pueden tener estos genotipos para digerir en mayor o menor grado los alimentos poco convencionales para cerdos como son los forrajes de baja calidad, ya que estos son abundantes y de bajo costo. En los cerdos el tracto gastrointestinal se hace un poco más pesado y voluminoso cuando ingiere alimentos ricos en fibra y proteína (Ly, 2008).

Becerril (2009), señala que este tipo de cerdos muestra una tendencia de crecimiento lenta y tardía a comparación de otros cerdos de razas mejoradas, teniendo una poca ganancia diaria de peso y una baja conversión alimenticia.

### **4.4. SISTEMA DIGESTIVO DEL CERDO**

#### **4.4.1. Boca**

La cavidad oral es grande y la longitud está influida por la raza. La *rima oris* es extensa y los ángulos de la boca están situados caudalmente. El labio superior es grueso, corto y unido con el morro; el inferior es más pequeño y puntiagudo. Ambos

labios están provistos de pelos y presentan senos pilosos en sus bordes. La parte del labio superior, rostral a los incisivos carece de pelo. Los labios no son móviles. Y las glándulas labiales son escasas y pequeñas (Dyce, 2007).

#### **4.4.2. Faringe**

La faringe, larga y estrecha, se extiende hasta el nivel de la vértebra C11. Está dividida en nasofaringe y orofaringe, ambas conectadas por la abertura intrafaríngea, el paladar blando y el arco platofaríngeo (Getty, 2002).

#### **4.4.3. Esófago**

Se origina en el vestíbulo esofágico de la faringe a nivel del borde bucal de los músculos constrictores faríngeos caudales. Es corto y prácticamente recto. El hiato esofágico es una gran hendidura en el pilar derecho del diafragma, aloja la parte terminal del esófago y asienta en forma plana transversalmente (Hincapié, 2004).

#### **4.4.4. Estómago**

En el estómago se realiza la digestión enzimática y desdoblamiento hidrolítico del alimento en nutriente digestible como las proteínas, azúcares y grasas según la edad, gracias a la secreción glandular. En el caso de los monogástricos es un intermediario entre el esófago y el intestino delgado (Ramírez, 2008).

#### **4.4.5. Intestino delgado**

El intestino delgado mide 15 a 20m de largo y se divide en tres partes: Duodeno, sujeto por los primero 60cm de mesenterio y con 5 a 6 cm de largo; Yeyuno e Íleon, tiene aproximadamente 15 a 20 cm de largo, grueso, contiene gran cantidad de grasa y numerosos ganglios linfáticos en su raíz, está unido a la región sublumbar, caudal al intestino y con el mesenterio del intestino grueso (Balén, 2000).

#### **4.4.6. Intestino grueso**

El intestino grueso tiene de 4 a 4.5 m de longitud y en su mayor parte, es mucho más ancho que el intestino delgado; está conectado por un mesenterio con la pared abdominal dorsal, entre los riñones. Se dividen en tres partes: ciego, es cilíndrico de

20 a 30 cm de largo de 8 a 10 cm de ancho, colon tiene el mismo diámetro del ciego pero gradualmente se hace más pequeño, asienta principalmente a la izquierda del plano medio caudal al estómago y el recto, continuación del colon descendente, está rodeado por gran cantidad de grasa (Getty, 2002).

#### **4.4.7. Páncreas**

Tiene la función exocrina de segregar enzimas digestivas. Es responsable de la secreción de insulina y glucagón, en respuesta a los niveles altos o bajos de glucosa en el cuerpo (Dyce, 2007).

#### **4.4.8. Hígado**

La función más importante es el metabolismo y toxinas extraídas. El hígado del cerdo también produce bilis, necesaria para descomponer las grasas durante la digestión; esta se secreta en el sistema intestinal a través de la vesícula biliar (Balén, 2000).

### **4.5. EL LECHÓN LACTANTE**

Es conocido que durante la gestación la cerda no transmite inmunidad alguna al lechón a través de la placenta. Por lo tanto, la habilidad con que cuenta el lechón recién nacido para resistir la acción de las enfermedades infecciosas por sí solo, es bastante limitada, debido a que su sistema inmunológico se encuentra poco desarrollado (Quiles, 2004).

El desarrollo del sistema inmunológico del animal continúa hasta la tercera o cuarta semana de edad, cuando la protección que recibe es mayor a través de su propio sistema inmuno-protector que el que le proporciona la madre. Los lechones toman calostro durante los primeros 2 a 3 días de vida (Pérez, 2010).

Las variaciones en el crecimiento de los cerdos son el resultado de los desequilibrios de producción entre una glándula mamaria y otra. Lo más probable es que los cerditos más vigorosos se apoderan de las tetas anteriores (las más próximas a la cabeza) que producen más. En ocasiones dos o tres cerdos de la camada maman

siempre de 2 o 3 tetas, lo que conlleva a cerdos con menor ganancia de peso al destete (FAO, 2010b).

Hasta los 21 días de vida las demandas nutricionales del lechón se ven satisfechas con la leche materna, y es a partir de este momento cuando comienza a disminuir la producción láctea. Por lo tanto, es importante acostumbrar al lechón a consumir alimento sólido e incentivar en el aparato digestivo la producción de enzimas que actúan sobre otros nutrientes diferentes a los que aporta la leche (Chapinal *et al.*, 2007).

De acuerdo con Rosas (2013), la mortalidad durante el periodo de lactancia es una de las mayores causas de pérdidas económicas significativas en la industria porcícola, con una variación de tasas que oscilan entre el 4 al 20%, según los informes de diferentes países productores.

La mortalidad en lechones es una de las causas principales de pérdidas económicas en la industria porcina. Al nacer, éstos tienen que adaptarse a un medio diferente al materno, y compiten para obtener una buena nutrición que les permita sobrevivir. (Rodríguez, 2006).

#### **4.5.1. El cerdo pelón mexicano lactante**

Lemus *et al.* (2000) realizaron un trabajo de investigación con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de hierro vía intramuscular, sobre el crecimiento de lechones criollos criados bajo sistema semiextensivo.

Al estar los cerdos criollos en traspatio, criándose bajo niveles carentes de tecnologías, la falta de la aplicación de hierro no es un factor que esté afectando la producción, sobre todo en lechones criollos lactantes (Lemus *et al.*, 2002).

Por lo que se debe buscar otros factores por los cuales el crecimiento en lechones criollos es menor que en razas comerciales, que pudieran ser genéticos sumada a la alimentación, ya que se ha reportado que, al cruzar animales criollos, el peso mejora en sistema intensivo (Cenobio, 1993).

También al tener los lechones criollos de menor peso que los lechones de razas comerciales, sus necesidades sean menores, ya que, aunque su crecimiento sea lineal, son menores las ganancias de pesos y las necesidades tienen relación con elevados índices de crecimiento (Miller y Dune, 1986; Lemus *et al.* 2000).

#### **4.6. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL LECHÓN**

El nacimiento y el destete constituyen los dos cambios más radicales de la vida. Después del nacimiento, el intestino tiene que adaptarse a una nutrición totalmente entérica (calostro y leche) en contraste con la nutrición totalmente parenteral que recibió en el útero vía cordón umbilical. Este período es crítico en cuanto a mortalidad y morbilidad, aunque los mecanismos son absolutamente diferentes (Thymann *et al.*, 2006).

Los cambios de adaptación asociados al nacimiento son numerosos. La inmunización pasiva con inmunoglobulinas calostrales es esencial para la supervivencia. Las inmunoglobulinas son absorbidas, mediante endocitosis, por los enterocitos (Pérez, 2010).

El intestino delgado de los lechones recién nacidos pasa por un proceso de desarrollo acelerado durante los primeros 10 días de vida, con incrementos significativos en su peso, longitud y diámetro, que están asociados al aumento del peso de la mucosa intestinal, de la altura y diámetro de sus vellosidades y de la población celular (Fan, 2002). Para que los procesos de digestión y absorción de los nutrientes se den de una manera satisfactoria, es necesario que se mantenga la integridad de la mucosa intestinal, la cual depende del recambio y de la renovación de sus células (Thymann *et al.*, 2014).

La función digestiva (secreción de carbohidrasas y peptidasas) de los enterocitos y sus microvellosidades comienza solamente cuando se completa la diferenciación estructural de la mucosa, que generalmente ocurre durante el período de migración de las células sobre el primer tercio de la vellosidad. La absorción de azúcares y aminoácidos, empieza cuando el enterocito pasa la mitad de la vellosidad y continúa con un aumento hasta que son descamados en la punta de ésta. (Reis *et al.*, 2005).

Como sucede con la lactasa, la actividad específica de las enzimas intestinales pequeñas, responsables de la digestión de los péptidos pequeños, generalmente se reduce con la edad (González, 2000). Sin embargo, como la actividad específica se expresa típicamente

respecto a la masa de tejido, proteína o DNA, la disminución de la actividad específica se ve un poco contrarrestada por un aumento de la masa intestinal respecto al peso corporal. Las proteínas de la leche son altamente digestibles y tienen una composición de aminoácidos ideal que asegura el crecimiento del lechón y mantiene el intestino sano (Thymann *et al.*, 2014).

#### **4.7. FACTORES QUE AFECTAN LA MORTALIDAD DE LOS LECHONES**

La especie porcina se caracteriza por presentar un porcentaje de mortalidad neonatal muy elevado en comparación con otras especies como la bovina, ovina o equina, constituyen aproximadamente del 10 al 15% de los lechones nacidos vivos, debido a las deficiencias fisiológicas que dificultan la adaptación al nuevo medio en los primeros días de vida (Quiles y Hevia, 2006). Dentro de las deficiencias podemos destacar su bajo peso al nacimiento, nivel inmunitario, tipo genético y una deficiencia de reserva de energía corporal (Fortozo, 2016).

Dentro de las causas de origen infeccioso, los trastornos respiratorios de lechones lactantes contribuyen a originar un número de bajas no mayor a 1% aportando un porcentaje no muy elevado dentro de las pérdidas, otro factor importante son las septicemias la cual no sobrepasa un 2% dentro de las pérdidas teniendo una mayor incidencia en temporadas de invierno (Palomo, 2010).

##### **4.7.1. Mortalidad predestete según etiología**

Palomo (2010) menciona que dentro de los factores que pueden ser responsables de producir muertes en lechones lactantes en tasas superiores a los objetivos de producción, la alimentación se encuentra en segundo lugar, como se observa en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Principales factores responsables de muertes en lechones lactantes.

TRAUMÁTICAS	BAJA VIABILIDAD	INANICIÓN
Instalaciones:	Instalaciones	Instalaciones
Temperatura ambiental	Suelo paridera	Superficie del suelo
Microambiente	Instalación de gestación	Diseño de paridera
Diseño paridera	Microambiente	Calor supletorio
Predisponentes a enfermedades:	Manejo:	Manejo
Enfriamiento	Alimentación	Alimentación
Anomalías congénitas	Plan de adopciones y cesiones	Plan cesiones y adopciones
Patologías	Destete fraccionado	Cerda nodriza
Inanición	Alimentación de gestación	Perdida de mama
Tamaño Pequeño	Inducción de partos	
	Cerdas nodrizas	
	Factores de interacción cerda/lechón}:	Predisponente a enfermedades:
Factores interacción cerda/lechón	Genética	Patologías
Ciclo de la cerda	Tamaño de la camada	Traumas
Variación del peso del lechón	Peso lechón a nacimiento	Baja viabilidad
	Variación de pesos al nacimiento	Anomalías congénitas
	Ciclo de la cerda	
		Disgalaxia:
		Síndrome MMA
		Síndrome hipogalaxia

Modificado de Palomo, 2010.

#### 4.7.2. Mortalidad en lechones lactantes del 0 al 3 día de vida

Dos terceras partes de las bajas en lactación se acumulan en esta fase, donde la atención del parto y la interrelación cerda-lechones puede incidir de forma importante (Correa *et al.*, 2007). Pedersen *et al.* (2006) menciona diversos puntos a considerar en la mortalidad en los primeros días de nacimiento de lechones:



- Condiciones climáticas correctas, derivado de la escasa capacidad por parte del lechón de regular su temperatura corporal por el escaso 1% de grasa corporal con la que nace.
- Mantenimiento adecuado de las instalaciones: jaulas, suelos, placas.
- Manejo atención momento del parto: evitar partos de más de 5 horas.
- Tomar la temperatura a la cerda durante estos días, realizar el tratamiento antibiótico + AINES tan pronto como detectemos el problema individual.
- Higiene y desinfección de ombligo, colmillos, colas – tratar de que todo el instrumental esté perfectamente esterilizado (incluye agujas para poner hierro).
- Asegurar la toma de calostro a todos los lechones durante las primeras 36 horas de vida (un mínimo de 40 g.).
- Realizar las adopciones y sesiones una vez tomado el calostro, homogeneizando las camadas por orden de partos y capacidad lechera intrasalas.
- A los lechones más pequeños y débiles se puede suplementar con leche o calostro artificial (15-20 ml dos veces al día).

#### **4.7.3. Mortalidad en lechones lactantes del día 4 al 20 de vida**

La resistencia a las enfermedades es baja hasta las 6 semanas de vida, teniendo defensas pasivas hasta las 3 semanas, que coincide con el momento actual medio de destete, por lo que en esta fase el lechón está predispuesto a un gran número de patologías que estén presentes en la centros pecuarios (Quiles y Hevia, 2006).

Las más frecuentes son las diarreas por *Escherichia coli*, las cuales son tratadas con trascendentales pautas sanitarias y de control ambiental para controlar dichos problemas. Las mismas medidas que adoptarse en otras patologías digestivas, respiratorias (*Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Haemophilus parasuis*), cutáneas (*Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus aureus*) y nerviosas (*Streptococcus suis*) (Pérez, 2010).

Es en esta fase se debe prevenir la anemia ferropénica mediante la administración de hierro dextrano –200 mg/lechón antes del 3º día de vida, derivado de las escasas reservas corporales al nacimiento. Actualmente se puede realizar la incorporación de hierro orgánico en el alimento de las cerdas gestantes y lactantes que en algunas de sus presentaciones

atraviesa la barrera placentaria y se persiste vía leche, los cuales dispondrán de mayores cantidades de hierro vía maternal (Van Kempen y Tibble, 2006).

A las dos semanas de vida está indicada en muchos casos la castración de los lechones machos por el menor impacto sobre sus rendimientos zootécnicos, por lo que se debe realizar la misma de forma aséptica y de esa forma evitar infecciones que pudieran ser mortales, por lo que la higiene del material e instalaciones es trascendental (García *et al.*, 2011).

#### **4.7.4. Mortalidad en lechones lactantes a partir del día 20**

La cerda reproductora alcanza el pico de lactación a las tres semanas de la misma, por lo que en este momento el lechón ya debe haber aprendido a comer un alimento sólido y mantener su ritmo de crecimiento. El riesgo de bajas en esta fase es mínimo, salvo problemas infecciosos del lechón o la madre, así como procesos traumáticos (García *et al.*, 2011).

#### **4.8. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL LECHÓN LACTANTE**

El programa de alimentación de lechones empieza a los 10 a 12 días de nacidos con la introducción de pequeñas cantidades (50 a 100 g.) de alimento en las parideras para adaptarlos a una alimentación sólida al momento del destete. El programa de alimentación siguiente dependerá del tiempo en que se realice el destete (Campabadal, 2009).

Los requerimientos nutricionales son puntos claves para la formulación de dietas y su aprovechamiento en el organismo del animal (NRC, 2012). En el Cuadro 3 y 4 se observa los principales requerimientos en la dieta de lechones lactantes.

**Cuadro 3.** Requerimientos nutricionales del cerdo lactante.

	<b>PESO VIVO (kg)</b>	
	<b>3-5</b>	<b>5-10</b>
Peso promedio en rango (kg)	4	7.5
Contenido en DE de la dieta (kcal / kg)	3400	3400
Contenido de ME en la dieta (kcal / kg)	3265	3265
Ingesta estimada de DE (kcal / día)	855	1690
Ingesta estimada de ME (kcal / día)	820	1620
Ingesta estimada de alimento (g / día)	250	500
Proteína cruda	26.0	23.7

Adaptado NRC para cerdos 2012.

**Cuadro 4.** Requerimientos de Aminoácidos del cerdo lactante.

	<b>PESO VIVO (kg)</b>	
	<b>3-5</b>	<b>5-10</b>
Arginina%	0.59	0.54
Histidina%	0.48	0.43
Isoleucina%	0.83	0.73
Leucina%	1.50	1.32
Lisina%	1.50	1.35
Metionina%	0.40	0.35
Fenilalanina%	0.90	0.80
Fenilalanina- tirosina%	1,41	1.25
Treonina%	0.98	0.86
Triptófano%	0.27	0.24
Valina%	1.04	0.92

Adaptado NRC para cerdos 2012.

#### 4.9. COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE LA CERDA

La producción de leche es extremadamente variable y se relaciona, entre otros, con el estado sanitario de los animales, particularidades ocurridas en el parto, cambios hormonales y metabólicos en el parto, alimentación, genética, etc. Durante la etapa de transición calostro-leche, se elevan los porcentajes de lactosa y grasa, y desciende el de proteínas (Palomo, 2010).

El calostro, además de su alto valor nutritivo, es muy rico en inmunoglobulinas (anticuerpos), que actuarán directamente como defensas naturales en el recién nacido lo que conlleva a un aumento la resistencia a las enfermedades a las que ha estado expuesta la madre (Pérez, 2010).

La leche de la cerda contiene un nivel más elevado de aminoácidos y grasa que los ingredientes usuales del alimento, y está adecuada a las condiciones fisiológicas y metabólicas del lechón, como se muestra en el Cuadro 5 (Mavromichalis, 2006).

**Cuadro 5.** Composición de la leche de la cerda estandarizada a un 88% de materia seca.

COMPONENTES	PORCENTAJE (%)
Proteína	25.5
Proteína del Suero	9.3
Caseína	12.73
Lactosa	23.2
Grasa	34.7
Calcio	0.75
Fósforo	0.54
Sodio	0.18

Adaptado de Mavromichalis, 2006.

Entre otros aspectos a tener en cuenta, el lechón lactante utiliza los aportes constantes de lactosa a través de la flora del estómago (*Lactobacillus*), para producir la acidificación del contenido gástrico y así impedir el desarrollo microbiano, además de llevar a cabo una activación enzimática y facilitar la solubilización de la materia mineral. Sin embargo, el lechón ya destetado posee dificultades de acidificación debido a que recibe menos lactosa, que en la leche de la cerda, al poder tampón de los ingredientes proteicos y minerales presentes en el alimento y a su incapacidad para producir ácido clorhídrico (Quiles y Hevia, 2011).




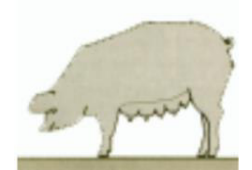






#### **4.10. CONDICIÓN CORPORAL DE LA CERDA DESPUES DE LA LACTACIÓN**

La constante pérdida de condición corporal en partos afecta la vida productiva de la cerda, en los diferentes ciclos productivos (lapso de días abiertos, producción de leche y fecundidad) inclusive durante la etapa de lactación (Palomo, 2014; Mendoza, 2018).

La lactancia es una etapa crítica, ya que el consumo de alimento no siempre es el deseado, lo cual limita su consumo de materia seca si estas no son bien manejadas, y su condición corporal es afectada (Herrera, 2015).

La determinación de la condición corporal de las cerdas puede realizarse por métodos directos como (ecografías, peso de las cerdas, medida de perímetro) o indirectos (clasificación de 1 a 5, delgadas o gordas) como se observa en el Cuadro 6 (Palomo, 2011b).

**Cuadro 6.** Clasificación condición corporal de la cerda.

GRADO	DESCRIPCIÓN	VISTA POSTERIOR	VISTA LATERAL
1	<p><b>Extremadamente faca.</b></p> <p>Las apófisis espinosas de la espina dorsal prominentes, los huesos de la pelvis son muy notorios. Nada de grasa de cobertura.</p>		
2	<p><b>Flaca.</b></p> <p>Los huesos visibles, aun prominentes cuando se los palpa, huesos de los pelvis apenas cubiertos.</p>		
3	<p><b>Regular.</b></p> <p>Tiene adecuada cobertura. Los huesos de la columna se pelvis se sienten cuando se los palpa con una presión moderada.</p>		
4	<p><b>Buena</b></p> <p>Los huesos pueden palparse solo con una presión firme. La cerda esta redondeada con buena cobertura de grasa y piel en buen estado.</p>		
5	<p><b>Gorda.</b></p> <p>Los huesos son difíciles de palpar. Arrugas arriba de la base de la cola. Las cerdas son muy gordas, perezosas y letárgicas.</p>		

Adaptado de Palomo, 2011b; Gonzáles, 2018.

La condición corporal de la cerda a su entrada a parto nos influye sustancialmente en el consumo en lactación. De esta forma, una cerda grasa al parto tendrá limitada su capacidad de consumo voluntario en lactación, además de originarnos problemas metabólicos en el periparto (Greiner *et al.*, 2018).

#### **4.11. ADAPTACIÓN AL ALIMENTO SOLIDO**

Los cerdos al destete poseen entre un 15-18% de grasa corporal, necesaria para afrontar el estrés que supone dicho momento. Reservas que sufrirán una importante reducción en los días posteriores al mismo, debido a que el lechón se ve obligado a generar energía a partir de ellas (Pascual *et al.*, 2016).

En las primeras semanas, la actividad de la lactasa permanece alta, por lo que es una buena estrategia aportar parte de la energía en forma de lactosa, que igualmente proporcionará cierto efecto acidificante, siendo los diferentes tipos de sueros lácteos la fuente más frecuentemente utilizada de lactosa (Palomo, 2011<sup>a</sup>).

Para lograr un peso máximo al destete, es indispensable ofrecer durante la lactancia un alimento nutritivo y de sabor agradable desde la primera semana de vida. Si el lechón prueba el alimento y no le gusta, lo más probable es que no regrese al comedero durante algún tiempo. Para evitar esto, es necesario darle un alimento de su agrado, es decir, que lo importante en esta etapa pre-inicial de la alimentación es la palatabilidad de los alimentos. Una práctica útil para que aprenda a comer la ración es colocar primero el alimento sobre el piso y luego pasarlo al comedero. (Chapinal *et al.*, 2007)

#### **4.12. INGREDIENTES MAS USADOS EN LOS PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN LACTACIÓN**

Tras el destete presenta atrofia de los enterocitos intestinales, que vuelven a formarse en 1-2 semanas. Esta destrucción sucede siempre, aunque en mayor o menor medida dependiendo de las materias primas que ingiera el lechón, de su poder antigénico y digestibilidad. Esta destrucción de las vellosidades implica una crítica utilización de los nutrientes (reducción de la actividad enzimática) y riesgo de diarreas (Burdge *et al.*, 2002).

El lechón además viene acostumbrado a consumir leche de la cerda (la cual posee unas características muy específicas y bastante diferentes a lo que posteriormente constituirá la dieta pre-starter del lechón), comenzará a digerir ciertos niveles de grasas, proteínas vegetales y fundamentalmente almidones crudos, motivo por el cual modifica paulatinamente (entre 7-10 días) su paquete enzimático y lo adapta al contenido de la dieta (Palomo, 2011<sup>a</sup>).

#### **4.12.1. Ingredientes proteicos.**

Las fuentes proteicas deben ser de la máxima digestibilidad posible, buscando evitar la fracción indigestible de sustrato que permita la proliferación bacteriana. Igualmente se ha de buscar reducir los factores antigénicos que dañan la mucosa y penalizan la digestión de un modo general (Zhan *et al.*, 2009).

Pascual *et al.* (2016) mencionan en función del precio, de las posibilidades del fabricante para poder utilizar materias primas de origen animal y de los criterios individuales de formulación, todos estos productos se pueden encontrar en las dietas de lechones:

- Proteínas de origen lácteo.
- Proteína de patata.
- Proteína de huevo.
- Gluten de trigo
- Proteína de sangre o plasma.
- Concentrados de proteína de soya.
- Concentrados solubles de pescado.
- Proteína de soya.
- Proteína de pescado.
- Hidrolizados de mucosa intestinal.

Se recomienda incluir la proteína de soya a un bajo porcentaje debido a la presencia de numerosos factores antinutricionales y antigénicos que provocan inflamación del endotelio intestinal y así permitir un acostumbramiento paulatino a estas proteínas inmunógenas de la soya (Rincker *et al.*, 2003).

#### **4.12.2. Ingredientes energéticos.**

Las dietas de lechones están formuladas con altos niveles de energía, pero tan importante como la concentración energética, es la elección de ingredientes y su tasa de incorporación, por su estrecha relación con el nivel de ingesta (Zhan *et al.*, 2009). El mayor porcentaje de energía se obtiene a partir de los carbohidratos procedentes de cereales crudos, considerados como la primera fuente de energía (almidones) en alimento formulado de lechones. Una segunda posibilidad serían los cereales procesados, en los cuales se



rompen, gelatinizan e hidrolizan los gránulos de almidón, lo cual constituye en la materia prima (cereal procesado) un porcentaje mucho más elevado el almidón rápidamente digestible (Palomo, 2011<sup>a</sup>).

De este modo, se ve favorecida la acción de la amilasa, la absorción del almidón y se reduce la proliferación bacteriana. También se liberan azúcares (glucosa) con un ligero efecto edulcorante en el alimento (Rincker et al, 2003). En España, el porcentaje de utilización de los cereales procesados es más bajo que en otros países europeos, lo cual está posiblemente relacionado con la utilización de óxido de zinc a dosis elevadas en los alimentos balanceados de pre-iniciador. En otros países europeos, donde no existe esa posibilidad, es más frecuente la utilización (e igualmente a una mayor dosis de inclusión) de estos cereales para mejorar por esta vía la digestibilidad del almidón y evitar riesgos digestivos (Pascual *et al.*, 2016).

En las dietas de lechones las grasas son las fuentes más prácticas y económicas para maximizar la concentración energética de la ración. La digestibilidad de éstas las convierte en un ingrediente crítico en las dietas de lechones, que las hace más interesantes las que incorporan ácidos grasos saturados y de cadena corta, dado que poseen una mejor digestibilidad (Burdge *et al.*, 2002).

#### **4.12.3. Minerales**

La tasa de inclusión de minerales debe ser evaluada, además de desde el punto de vista de los requerimientos del animal (niveles a administrar para no penalizar la productividad), también desde el punto de vista de capacidad tampón del alimento, ya que éste es un elemento más a tener en cuenta en formulación. Cuanto más elevada es la capacidad tampón del alimento, más ácido clorhídrico necesita producir el lechón para acidificarlo, lo cual supone un gasto energético y un empeoramiento de los parámetros productivos. Las dietas con alta capacidad tampón favorecen que el pH gástrico sea algo más elevado, lo cual penaliza el pico de actividad de la pepsina, que es la mayor proteasa gástrica y que se encuentra situada entre un pH de 2 y 3.5. Esta disminución de actividad de la pepsina favorecería la llegada de sustrato sin digerir a intestino y la consecuente aparición de problemas digestivos (Pascual *et al.*, 2016).

#### **4.12.4. Niveles de vitaminas y elementos traza.**

Existe gran disparidad de criterios debido a la escasez de estudios actualizados e independientes. Los requerimientos actuales de vitaminas para porcino del NRC en 2012, por ejemplo, están basados en estudios muy antiguos. Estos niveles que recomienda el NRC se encuentran sólo en algunos casos a distancia de los niveles utilizados por la industria a nivel comercial. Por otro lado, se ha de tener en cuenta que han aparecido grandes cambios en la producción porcina. En las últimas décadas, las nuevas líneas genéticas tienen una mayor capacidad de crecimiento, fundamentalmente basadas en una mayor capacidad de deposición de magro (Schneider *et al*, 2010).

#### **4.13. IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

En todo el mundo se consumen más de 2000 especies de insectos comestibles; sin embargo, esta cifra sigue en aumento a medida que se llevan a cabo más estudios sobre esta cuestión (Noone, 2019). La mayoría de estas especies conocidas se recogen directamente del medio natural (Rumpold y Schuter, 2013).

Se estudian los insectos por diversas razones, ya que son esenciales en el ecosistema ya que son nutrientes renovables, participación en la reproducción de plantas, como alimento fundamental para insectívoros vertebrados, aves, mamíferos y reptiles, por lo anterior son considerados como un elemento de supervivencia, puesto que son ricos en nutrientes y de fácil acceso inclusive para animales domésticos en tiempo de escases de alimento (Cranston y Gullan, 2005).

Los insectos pueden ser un interesante y prometedor sustituto en nutrición animal, para cubrir el aumento a nivel mundial de la demanda de proteínas, ya que pueden ser criados como bio-residuos de calidad; sin embargo existen opiniones que difieren tanto en la composición, como en su contenido microbiológico de los insectos. Se espera que en cinco años el uso de insectos como ingrediente alimenticio se utilice de manera habitual en la acuicultura, como alimento para mascotas, en la avicultura como también en la alimentación del porcino se considere factible (Fernández, 2014b).

La entomofagia es la ciencia que estudia a los insectos como una alternativa nutritiva para el consumo humano y de animales domésticos, esto con la necesidad de cubrir la demanda de alimento a causa de la sobrepoblación y los altos costo que conlleva la alimentación. Los animales en comparación con los humanos tienen una mayor aceptación con la alternativa mencionada (Cranston y Gullan, 2005).

Los insectos representan una fuente ilimitada de proteína que está totalmente desaprovechada, donde cumple con los requisitos biológicos suficientes para una buena nutrición, por ello es factible el desarrollo de dietas para animales productivos a través de un soporte nutricional con insectos. Constituyen una fuente alimenticia que cumple con dos características: ser suficientemente numerosos y comestibles. Es ahí donde la importancia de los insectos como fuente de alimento para animales es obvia (Arango, 2005).

Todo esto se traduce en un mejoramiento en consideraciones económicas en el mundo actual, ya que día con día se hace uso racional de la biodiversidad, lo que puede lograrse a través de innovaciones útiles y manejo de conocimientos de cada región, esto se canaliza con enfoques de utilidad en sistemas productivos, buscando alternativas de sustitución factibles donde los costos sean decrecientes en la inversión alimentaria (Arango, 2005).

En el último siglo, se han determinado taxonómicamente 104 especies de insectos comestibles, pertenecientes a diez ordenes de la clase *Insecta*, donde se destaca la orden *Hymenoptera*, *Orthoptera*, *Hemiptera* y *Coleoptera* citados por Cuevas *et al.* (1998). Varias especies están asociadas con la alimentación de animales domésticos, se multiplican en sitios donde cumplen un papel en la degradación y conversión orgánica. Donde los animales se alimentan de insectos vivos, tal es el caso de las aves de corral, donde las larvas de varios insectos son fuente de alimentación para estos animales (Arango *et al.*, 2004).

La alta demanda reciente y los altos precios de harina de pescado y harina de soya, la acuicultura impulsa líneas de investigación sobre el desarrollo de proteína de insecto, ya que los ingredientes anteriormente mencionados son los principales componentes de las dietas formuladas para la acuicultura y ganadería. Insectos vivos y muertos han establecido nichos de mercado, principalmente como alimento para mascotas y en zoológicos (Van Huis *et al.*, 2013).

En los países como Colombia las fuentes de proteína para la alimentación animal son costosas, esto a causa de la importación de materias primas, esto fuerza a la búsqueda de alternativas accesibles. Hasta ahora los insectos no se han valorado como una fuente de alimentación (Ramos, 2013).

En China la principal fuente de nutrientes que se le proporciona a los peces, aves de corral y cerdos, se obtiene a través de la implementación de dietas con insectos donde son ampliamente reconocidas por granjeros como una alternativa con excelentes beneficios (Cranston and Gullan, 2005).

#### **4.14. Descripción de la Cucaracha de Madagascar**

La *Gromphadorhina portentosa* o mejor conocida como cucaracha silbante es un grupo en el que tanto los machos como las hembras carecen de alas y suelen emitir sonidos cuando se sienten amenazadas (de ahí el nombre de cucarachas silbadoras). Estos sonidos son provocados al expulsar el aire bruscamente por los espiráculos, cabe destacar que estas cucarachas son de una longitud de 8 a 9cm y un peso de 15g aproximadamente, son animales nocturnos y lucífugos (Montiel, 2013).

Poseen en general un cuerpo alargado y protegido por un fuerte caparazón, con una coloración negra con algunas zonas color marrón claro. Las temperaturas deben oscilar entre 25 a 28°C, la humedad alrededor del 70-90%, para una estancia óptima para la cucaracha. En la naturaleza aprovechan una buena lluvia para mojarse y alimentarse. Se trata de especies ovovivíparas y tanto las ninfas como adultos son buenos trepadores, ya que están provistas de patas robustas y con pequeñas espinas (Guerra y Mason, 2005).

#### **4.15. Composición nutricional de la Cucaracha de Madagascar**

El exoesqueleto de las cucarachas y las partes de la quitina son comestibles, contienen nutrientes como zinc y cobre (FAO, 2014<sup>a</sup>). Una hembra puede llegar a reproducir cada seis meses un kilogramo de materia fresca, la cual sometida a un proceso para obtener harina con altos niveles de proteína elementos importantes como hierro y zinc (Contreras, 2018).

En el análisis composicional de la harina de *Gromphadorhina portentosa* tiene un porcentaje considerable de proteína, grasas e hidratos de carbono, que se puede observar en la Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Análisis composicional de la harina de *Gromphadorhina portentosa*.

COMPOSICIÓN	PORCENTAJE (%)
Humedad	2.41
Cenizas	4.25
Proteínas	60.80
Lípidos	24.26
Hidratos de Carbono	8.30
Fibra	0.0

Ramírez, 2018.

Pérez *et al.* (2019), analizó dos diferentes harinas de insectos, *Tenebrio molitor* y *Gromphadorhina portentosa* en donde comparándolas con los dos principales ingredientes proteicos en dietas animales, como se muestra en el Cuadro 8 y 9. El estudio concluyó que el uso de harina de Cucaracha de Madagascar como un ingrediente alternativo para la alimentación animal, por su digestibilidad y composición nutrimental.

**Cuadro 8.** Composición aproximada de fuentes de proteína base seca (%)

Parámetro (%)	Fuentes de proteína				
	HT A	HT L	HC	HS	HP
Humedad	6.58 ± 1.08	3.99 ± 0.86	3.82 ± 0.16	11.35 ± 0.56	7.14 ± 0.13
Materia seca	93.42 ± 1.08	96.01 ± 0.86	96.18 ± 0.16	88.65 ± 0.56	92.85 ± 0.01
Cenizas	4.97 ± 0.06	4.83 ± 0.08	4.54 ± 0.09	4.79 ± 0.06	27.40 ± 0.20
Extracto etéreo	4.62 ± 1.56	22.47 ± 1.76	12.02 ± 0.96	18.80 ± 1.04	7.84 ± 0.33
Proteína cruda (N x 6.25)	63.31 ± 0.37	51.42 ± 0.51	68.73 ± 0.57	39.90 ± 0.48	52.05 ± 0.34
Fibra cruda	15.46 ± 0.35	8.92 ± 0.94	14.95 ± 0.46	5.80 ± 0.36	3.56 ± 0.10
Extracto libre de nitrógeno	4.94 ± 1.09	8.37 ± 2.43	5.13 ± 0.98	19.36 ± 1.23	2.00 ± 0.96

HT A: harina de adultos de *Tenebrio molitor*, HT L: harina de larvas de *Tenebrio molitor*, HC: harina de *Gromphadorhina portentosa*, HP: harina de pescado y HS: harina de soya; n=3

Pérez *et al.*, 2019.

**Cuadro 9.** Fibra detergente neutra, fibra detergente ácido y digestibilidad de la materia orgánica de diferentes fuentes de proteína.

Parámetro (%)	Fuente de Proteína				
	HT A	HT L	HC	HP	HS
<b>Fibra Detergente Neutra (FDN)</b>	5.58 ± 0.01	n.d.	32.90 ± 0.01	59.48 ± 0.02	n.d.
<b>Fibra Detergente Acida (FDA)</b>	4.78 ± 0.01	6.57 ± 0.02	57.06 ± 0.01	70.30 ± 0.02	7.65 ± 0.03
<b>Digestibilidad</b>	80.94 ± 1.68	82.10 ± 0.79	90.43 ± 0.22	81.89 ± 0.54	84.23 ± 1.75

HT A: harina de adultos de *Tenebrio molitor*, HT L: harina de larvas de *Tenebrio molitor*, HC: harina de *Gromphadorhina portentosa*, HP: harina de pescado y HS: harina de soja; n=3; n.d.= no determinado.  
Pérez et al., 2019.

De Haro (2015), afirma que el perfil de aminoácidos se relaciona con el del taxón. Con las excepciones de histidina, treonina y lisina, los insectos presentan un perfil de aminoácidos similar a la harina de pescado, siendo el orden Diptera el más cercano. Respecto a la harina de soja, el perfil de aminoácidos de este orden es superior y una mejor alternativa en ingredientes para la alimentación animal.

Pérez *et al.* (2019), menciona que el perfil de aminoácidos de la harina de cucaracha de Madagascar con el fin de enfatizar el uso para la formulación de dietas para animales considera un factor importante, como lo son los aminoácidos esenciales. De vital importancia en la formulación para alimento de cerdos y peces.

**Cuadro 10.** Derivados de Terc-bitildimetilsilil de los Aminoácidos encontrados en los hidrolizados de harinas probadas en el análisis GC-MS, los resultados se expresan como mg de aminoácidos/g de proteína cruda.

Aminoácidos	Fuente de Proteína				
	HT A	HT L	HC	HP	HS
<b>Aminoácidos Esenciales</b>					
Valina	57.15	49.67	38.52	47.91	38.97
Leucina	49.36	39.81	54.90	55.95	34.46
Isoleucina	N.D.	36.67	33.08	39.25	24.65
Metionina	6.08	3.03	7.93	9.78	7.07
Treonina	81.24	61.37	23.53	120.46	20.36
Fenilalanina	71.16	73.67	52.96	172.94	36.96
Cisteína	19.52	23.97	20.03	N.D.	16.78
Lisina	56.06	66.99	89.51	104.02	51.40
Histidina	108.03	72.92	127.20	62.77	N.D.
Tirosina	28.84	11.05	40.04	11.05	60.04
<b>Aminoácidos No Esenciales</b>					
Alanina	39.41	44.25	34.90	51.80	24.67
Glicina	33.81	45.69	28.15	155.32	10.76
Prolina	39.20	41.78	24.37	128.48	23.62
Serina	4.83	2.96	N.D.	14.40	2.54
Ácido aspártico	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ácido glutámico	36.96	28.23	N.D.	3.25	N.D.
Glutamina	3.18	N.D.	3.19	N.D.	131.92

HT A: Harina de adultos de *Tenebrio molitor*, HT L: Harina de larvas de *Tenebrio molitor*, HC: Harina de *Gromphadorhina portentosa*, HP: Harina de pescado y HS: Harina de soya; N.D.= No Detectado. N=3  
Pérez et al., 2019.

#### 4.16. Análisis Microbiológico de la Cucaracha de Madagascar

El análisis microbiológico de *Gromphadorhina portentosa* según la NOM-061-ZOO-1999 las UFC/g de Coliformes totales, los valores correspondientes de *Echerichia coli* , la ausencia de *Salmonella spp.* y *Listeria spp.* Se observa en el Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Análisis microbiológico de la harina de *Gromphadorhina portentosa*.

NOMBRE	RESULTADOS	UNIDADES
COLIFORMES TOTALES	<10	UFC/ g
<i>Escherichia coli</i>	<3	NMP/ g
<i>Salmonella spp.</i>	AUSENTE	/25 g
<i>Listeria spp.</i>	AUSENTE	/25 g

Ramírez, 2018

La importancia de la inocuidad y la necesidad de un alimento sea libre de patógenos dañinos para la salud del animal, es de gran interés ya que, en la industria agroalimentaria, cada vez es más exigente en la calidad de estos alimentos dirigidos hacia el consumo humano (Vidal *et al.*, 2013).

#### 4.17. SANIDAD ANIMAL

La alimentación animal constituye un pilar fundamental para garantizar la seguridad alimentaria de los humanos. Las normativas que han aparecido en estos últimos años en materia de higiene y trazabilidad de los alimentos balanceados cada vez han sido más estrictas sumándose a la creciente preocupación de los ciudadanos por los alimentos que consumen (Vidal *et al.*, 2013).

La inocuidad alimentaria requiere de animales sanos y libres de agentes patógenos que puedan ser transmitidos a las personas. Además, es necesario tener en cuenta que el empleo de productos de uso veterinario, para la formulación de dietas debe estar controlado y regulado para evitar este tipo contaminación (Álvarez, 2006).

Los productos alimenticios de origen animal suponen un alto riesgo epidemiológico porque son susceptibles de deteriorarse si no se controlan, desde su producción en la producción



hasta que estos productos lleguen a la mesa del consumidor, incluidas las etapas de preparación (Hendrix *et al.*, 2005).

Una deficiente calidad sanitaria de los alimentos para los animales se traduce en daños de variada naturaleza, como enfermedades, gastos de atención médica, pérdidas económicas, por ello la necesidad de nuevas alternativas para la demanda actual (De Haro, 2015).

#### **4.17.1. Hematología y Química sanguínea en la producción de cerdos.**

.El hemograma es un estudio que reúne las mediciones de los valores absolutos, porcentajes y aspectos morfológicos de las tres líneas celulares (leucocitos, eritrocitos y plaquetas) de la sangre periférica (Gad, 2014), los datos permiten identificar las condiciones fisiológicas y características ecológicas distintivas de cada especie (Mariella *et al.*, 2014), además de visualizar alteraciones en las actividades metabólicas del organismo así como diagnosticar patologías hematológicas o enfermedades de diferentes órganos o sistemas (López, 2016).

A pesar de ser una prueba de laboratorio sencilla resulta una herramienta vital para detectar cualquier desviación de la normalidad en el organismo (Almaguer, 2003). La evaluación hematológica es importante en la industria porcina ya que se evalúa el estado de salud de la pira, se monitorea la producción y se diagnostican enfermedades (Peri, 2015).

La importancia de los análisis hematológicos y químicos es la seguridad que estos nos proporcionan, para detectar alguna anomalía en el estado de salud del animal (Vidal, 2013). Ya que en este caso los cerdos son destinados para el consumo humano, siendo uno de los animales con enfermedades zoonóticas de interés salud pública, el uso de nuevas alternativas de alimentación se debe de manejar con extrema rectitud (FAO, 2013a).

Actualmente en tema de las alternativas en la nutrición animal ha tenido un creciente espacio en la investigación, en especial el uso de harinas de insectos como fuentes de proteína y aminoácidos esenciales (Xiaoming *et al.*, 2010) así se justifica el uso de harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) como ingrediente proteico en potencia.

La evidencia disponible sugiere que los alimentos a base de insectos son comparables con la harina de pescado y las fórmulas de alimentos a base de soja. (Van Huis *et al.*, 2013). Por

lo cual se justifica la sustitución de la harina de pescado en las dietas experimentales del presente estudio.

La cuestión de inocuidad alimenticia en el uso de harinas de insectos y el uso de animales de producción es aún un tema de controversia, aunque algunos autores ya están haciendo pruebas, por ejemplo en la acuicultura, la FAO (2013b) reporta ya el uso de harinas de insectos con resultados impresionantes para la producción.

#### 4.17.2. Parámetros hematológicos y químicos del cerdo de línea comercial.

Los parámetros hematológicos del cerdo están influenciados por una amplia gama de factores ambientales y fisiológicos que incluyen la dieta, la edad, el género y hábitat (Friendship *et al.*, 1984) se han reportado numerosos estudios sobre valores sanguíneos para cerdos de razas comerciales (González *et al.*, 2015).

A continuación, se observa en el Cuadro 12 los parámetros hematológicos de cerdos de línea comercial, y en el Cuadro 13 los parámetros químicos de cerdos de línea comercial.

**Cuadro 12.** Parámetros hematológicos en cerdos de línea comercial.

PARAMETRO	RANGO	UNIDAD
WBC	11.0-22.0	X10 <sup>9</sup> /L
RBC	5.0-9.50	X10 <sup>12</sup> /L
HGB	9.9-16.5	g/dL
HCT	32.0-50.0	%
MCV	51.0-68.0	fL
MCH	17.0-22.0	pg
MCHC	30.0-38.0	g/dL
RDW_CV	14-19	%
PLT	200-700	X10 <sup>9</sup> /L
MPV	6.0-12.0	fL

WBC= glóbulos blancos; RBC= glóbulos rojos; HGB= hemoglobina; HCT=hematocrito; MCV= normocitos; MCH= microcitos ; MCHC= normocromos; RDW\_CV= amplitud distribución de glóbulos rojos; PLT: plaquetas; MPV= volumen plaquetario medio.

Adaptado de Schalm *et al.*,198 ; Dal Masetto *et al.* 2012; Amaña, 2019.

Los valores de referencia de química sanguínea se ven influenciados por la raza, la edad, peso corporal y género. Sin embargo, a pesar de la importancia que representan los análisis sanguíneos, la información de los valores de referencia de bioquímica sanguínea en animales es muy escasa (Rotveit *et al.*,2015).

El estudio y la importancia de los valores de referencia y la interpretación de este tipo de análisis es considerado de gran utilidad para el clínico veterinario e investigador, a pesar de la deficiente información de estos valores en animales jóvenes (Von Dehn, 2014).

**Cuadro 13.** Parámetros químicos en cerdos de línea comercial.

PARÁMETRO	RANGO	UNIDAD
ALBU	2.5-3.8	g/dL
ALP	41-176.1	μ/L
BIL	0.0-0.5	mEq/dL
COL	81.4-134.1	mEq/dL
CREA	0.8-2.3	mEq/dL
GLU	66.4-116.1	mEq/dL
LDH	159.6-424.7	μ/L
PT	5.8-8.3	g/dL
TGO	15.3-55.3	μ/L
TGP	21.7-46.5	μ/L
UREA	2.86-8.6	mmol/L
A/G	0.75-1.84	g/dL
BUN	8.2-24.6	g/dL
GLOB	3.9-6	g/dL

ALB= albumina; ALP= fosfatasa alcalina; BIL =bilirrubina; COL= colesterol; CREA= creatinina; GLU= glucosa; LDH= lactato deshidrogenasa; PT= proteínas totales; TGO= aspartato aminotransferasa; TGP= alanina-aminotransferasa; A/G= proporción albumina/ globulina; BUN= nitrógeno ureico en sangre; GLOB= globulinas.

Adaptado de Kaneko y Cornelius, 1971; Schettini *et al.*2005; González *et al.*, 2015.

### 4.17.3. Parámetros hematológicos del cerdo pelón mexicano

Solís *et al.* (2018) evaluó los parámetros hematológicos del cerdo pelón mexicano de la para establecer un control de población de dicha raza y fomentar la preservación de esta a través de estudios que contribuyan en la determinación de las condiciones fisiológicas y características ecológicas distintivas y se pueden observar en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Resultados de los hemogramas realizados a cerdos pelones mexicanos.

VARIABLE	Grupo 1 (1 mes)		Grupo 2 (3meses)		Grupo 3 (6meses)		Grupo 4 (16meses)	Grupo 5 (17meses)	
	M	H	M	H	M	H	H	M	H
<b>%Linfocitos</b>	56.5	56.5	45	55.33	57	54.4	48.75	51	46
<b>%Monocitos</b>	33.25	33.25	29	30.33	25	22	22	31.5	25
<b>%Granulocitos</b>	8	7.16	26	14.67	11.33	22.2	29.25	17.5	28
<b>Eritrocitos (10<sup>9</sup>/L)</b>	6.645	7.02	7.135	7.19	7.12	7.118	6.43	6.9	7.14
<b>Hemoglobina (g/L)</b>	11.45	11	12.8	13.46	12.93	14.9	13.35	15	15.3
<b>Hematocrito (%)</b>	43.125	43.48	39.95	41.23	44.23	51.44	44.55	49.4	52.6
<b>Plaquetas (10<sup>9</sup>/L)</b>	575	594.33	365	461	885.33	776.2	413.5	471	345

Adaptado de Solís *et al.* 2018.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización del área de estudio**

El trabajo se realizó en las instalaciones de una granja comercial, en la comunidad del Puertecito de la Virgen, en el estado de Aguascalientes, el clima predominante es semiárido, con una temperatura promedio de 30°C. Se utilizaron 150 lechones lactantes de la línea comercial Landrace con un cruzamiento de Duroc, con 8 días de edad.

Una parte del experimento se realizó en el Centro de Conservación del Cerdo Criollo, dentro de las instalaciones de la División Ciencias de la Vida, de la Universidad de Guanajuato, en la ciudad de Irapuato, Guanajuato, con un clima predominante subhúmedo y una temperatura promedio de 32°C. Se utilizaron 120 lechones de Cerdo Pelón Mexicano (CPM), con 8 días de edad.

El análisis de las pruebas químicas y hematológicas se realizaron en el laboratorio del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

### **5.2. Elaboración de la Harina de cucaracha de Madagascar**

Para la realización de este estudio fueron empleadas cucarachas de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en fase adulta, donde se colocaron en un plato desechable de aluminio; en el horno de secado a 60°C durante 24 horas, se dejó enfriar, para el proceso de molienda, la harina se conservó en frascos estériles y herméticos a temperatura ambiente hasta su uso.

### **5.3. Tratamientos**

Se evaluó cuatro dietas experimentales, donde se usaron diferentes porcentajes de harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*), sustituyó la harina de pescado como elemento proteico. Las dietas se formularon de acuerdo a las recomendaciones del NRC (2012) para cerdos en etapa correspondiente.

Se realizó un pesaje al inicio del proyecto y subsecuente cada 3 días hasta el día 22 de vida en los lechones de línea comercial. En los lechones de cerdo pelón mexicano, se realizó el pesaje hasta día 28 de vida.

En el tratamiento 1 (T1) o grupo testigo, no se realizó ningún tipo de implementación de la dieta, y su alimentación fue en su totalidad de leche materna proporcionada por la cerda.

En el tratamiento 2 (T2) se ofreció la dieta experimental D1, la formulación fue realizada con sorgo, maíz, harina de pescado, pasta de soya, aceite de cártamo, suero de leche, sal y premezcla de minerales, con un contenido nutrimental que se observa en el Anexo 1.

**Cuadro 15.** Componentes de la dieta experimental D1.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>g*</b>
Sorgo	228
Maíz	275
Pasta de soya	150
Harina de pescado	100
Aceite de cártamo	96
Suero de Leche	150
Premezcla de Minerales	0.063

\*Por Kg de alimento

En el tratamiento 3 (T3) se ofreció la dieta experimental D2 la formulación fue realizada con sorgo, maíz, harina de pescado, pasta de soya, aceite de cártamo, suero de leche, sal y premezcla de minerales. Se sustituyó en un 25% con la harina de cucaracha de Madagascar, a la harina de pescado, con un contenido nutrimental que se observa en el Anexo 2.

**Cuadro 16.** Componentes de la dieta experimental D2.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>g*</b>
Sorgo	228
Maíz	275
Pasta de soya	150
Harina de pescado	75
Harina de cucaracha	25
Aceite de cártamo	96
Suero de Leche	150
Premezcla de Minerales	0.063

\*Por Kg de alimento

En el tratamiento 4 (T4) la dieta experimental fue la D3 la formulación fue realizada con sorgo, maíz, harina de pescado, pasta de soya, aceite de cártamo, suero de leche, sal y premezcla de minerales. Se sustituyó en un 75% con la harina de cucaracha de Madagascar, a la harina de pescado, con un contenido nutrimental que se observa en el Anexo 3.

**Cuadro 17.** Componentes de la dieta experimental D3.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>g*</b>
Sorgo	228
Maíz	275
Pasta de soya	150
Harina de pescado	50
Harina de cucaracha	50
Aceite de cártamo	96
Suero de Leche	150
Pre mezcla de Minerales	0.063

\*Por Kg de alimento

En el tratamiento 5 (T5) se dió la dieta experimental D4 la formulación fue realizada con sorgo, maíz, harina de pescado, pasta de soya, aceite de cártamo, suero de leche, sal y

premezcla de minerales. Se sustituyó por completo con la harina de cucaracha de Madagascar, a la harina de pescado, con un contenido nutrimental que se observa en el Anexo 4.

**Cuadro 18.** Componentes de la dieta experimental D4.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>g*</b>
Sorgo	228
Maíz	275
Pasta de soya	150
Harina de cucaracha	100
Aceite de cártamo	96
Suero de Leche	150
Pre mezcla de Minerales	0.063

\*Por Kg de alimento

#### **5.4. Variables evaluadas**

##### **5.4.1. Consumo de alimento**

Se midió de forma semanal, donde se calculó la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado dividido entre el número de animales por día (g/animal-1).

##### **5.4.2. Ganancia diaria de peso**

Se pesó cada uno de los lechones, el pesaje se llevó a cabo cada tres días durante un mes, con una báscula electrónica, durante las mañanas en el horario de alimentación de las cerdas en maternidad.

#### **5.5. Condición Corporal de la cerda**

Se valoró la condición corporal con la metodología de Palomo (2011b) y Gonzales (2018), de las cerdas del 1 al 5 al momento del destete.



## **5.6. Perfil Hematológico y Química Sanguínea**

### **5.6.1. Hematología**

Se obtuvieron muestras de cada uno de los individuos, a través de la recolección de sangre de la vena yugular con la técnica de sujeción de hocico para su inmovilización. Se recolectaron 3 mL de sangre venosa de cada cerdo, las punciones se realizaron con aguja vacutainer calibre 23Gx1, la sangre se depositó en tubos BD Vacutainer® con EDTA K2). Las muestras fueron almacenadas temporalmente en un contenedor térmico para su transporte a una temperatura entre 4-8°C. Posteriormente se realizó el análisis hematológico.

La determinación de parámetros hematológicos se realizó mediante un analizador automatizado hematológico marca KONTRoLab® (2016), modelo BC-VET, cuya función es realizar los métodos de lectura a través de impedancia eléctrica y colorimetría para la lectura de los glóbulos blancos (WBC), glóbulos rojos (RBC), plaquetas (PLT) y concentración de hemoglobina (HGB).

Se realizó una evaluación antes y una al término de la fase experimental comparándose con los parámetros de un animal sano citados por. Schalm *et al.* (1998), Dal Masetto *et al.* (2012) y Amaña (2019) para el caso de lechones cerdo pelón mexicano se usaron de referencia los parámetros citados por Solís *et al.* (2018).

### **5.6.2. Química sanguínea**

Se obtuvieron muestras de cada uno de los individuos a través de la recolección de sangre de la vena yugular profunda con la técnica de sujeción de hocico para su inmovilización. Se recolectaron 3 mL de sangre venosa de cada cerdo, las punciones se realizaron con aguja vacutainer calibre 23Gx1, la sangre se depositó en tubos BD Vacutainer®, sin ningún tipo de anticoagulante ni aditivos. Las muestras fueron almacenadas temporalmente en un contenedor térmico para su transporte a una temperatura entre 4-8°C. Posteriormente se realizó el análisis químico.

La determinación de parámetros químicos se realizó mediante un analizador automatizado marca KONTRoLab® (2016), modelo ES 300, cuya función es realizar los métodos de lectura a través de fotometría directa para la lectura de albumina (ALB), fosfatasa alcalina (ALP), bilirrubina (BIL), colesterol (COL), creatinina (CREA), glucosa (GLU), lactato

deshidrogenasa (LDH), proteínas totales (PT), aspartato aminotransferasa (TGO), alanina-aminotransferasa (TGP), UREA, proporción albumina/ globulina (A/G), nitrógeno ureico en sangre (BUN) y globulinas (GLOB).

Se realizó una evaluación antes y una al término de la fase experimental comparándose con los parámetros de un animal sano citados por Kaneko y Cornelius (1971), Schettini *et al.* (2005) y González *et al.* (2015). En el caso de los lechones de cerdo pelón, se consideraron los mismos parámetros que un cerdo sano.

### **5.7. Análisis estadístico**

Las variables de respuesta se analizó con un diseño completamente al azar bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta en el  $i$  ésimo tratamiento de la  $j$  ésima repetición.

$\mu$ : Media general.

$T_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (niveles de harina de cucaracha de Madagascar).

$E_{ij}$ : Error aleatorio.

Los datos se analizaron mediante PROC GML, (SAS 19) y para la comparación de medias entre tratamientos se realizará con el procedimiento de Tukey ( $P < 0.5$ ).

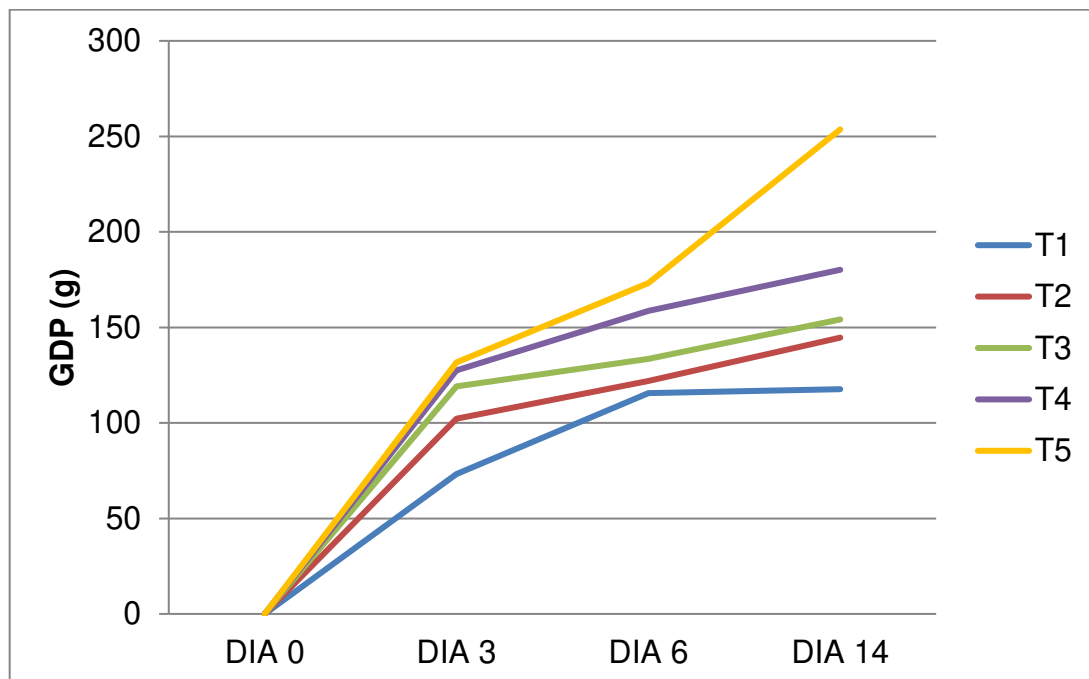
## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Lechones lactantes de Landrace/Duroc

#### 6.1.1. Ganancia de Peso Diario y Consumo de Alimento

En la implementación de las dietas experimentales con las diferentes concentraciones de harina de cucaracha de Madagascar como se observa en la Figura 1, una diferencia significativa con una media de 186.22g de ganancia diaria de peso con el tratamiento 5 correspondiente a sustitución de un 100% de la harina de pescado, con respecto al testigo absoluto con una media de 102.17g, con una diferencia de 84.05g entre ellos.

Por lo anterior es necesario mencionar que el uso de la harina de cucaracha tuvo resultados significativos sobre la eficiencia alimenticia, De Haro (2015) apoya esta idea, realizó un estudio donde el afirma que la sustitución parcial (25-50%) de la harina de pescado, o total de la harina de soja, por harina de insectos, donde reporta que no disminuye el crecimiento, ni la ingesta de alimento por el animal.



T1: Testigo, T2: Dieta testigo, T3: Dieta 25% de harina de cucaracha,

T4: Dieta 50% de harina de cucaracha, T5: Dieta 100% de harina de cucaracha.

**Figura 1.** Ganancia diaria de peso de cada tratamiento lechones lactantes de Landrace/Duroc.

En la comparación de medias de Tukey ( $P < 0.5$ ) realizado en el programa estadístico SAS, se determinó que los tratamientos T1, T2, T3 son estadísticamente iguales, en comparación con los tratamientos T4 y T5 que son estadísticamente significativos. Como se observa en el Cuadro 19.

**Cuadro 19.** Ganancia diaria de peso (GDP) y consumo diario de alimento (CDA) entre los diferentes tratamientos de lechones lactantes Landrace/Duroc.

TRATAMIENTO	GDP(g)	CDA(g)
T1	102.17 <sup>a</sup>	---
T2	122.91 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>
T3	135.62 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>
T4	155.45 <sup>b</sup>	5.44 <sup>a</sup>
T5	186.22 <sup>c</sup>	5.28 <sup>a</sup>

\*Literales diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

\*Lineales iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

Sánchez *et al.* (2010) y Ramírez *et al.* (2019) mencionan que la ganancia diaria de peso de un lechón lactante es de 93g, donde en los resultados del presente estudio las medias de los tratamientos están por encima de la que nos indica en la literatura, un punto a favor para a implementación de dietas en lechones lactantes y destacar el uso de harina de *Gromphadorhina portentosa* con la media más alta y significativa con el T5 con la sustitución de la harina de pescado.

Los porcentajes de aminoácidos reportados en la harina de cucaracha de Madagascar no afectan en el músculo del animal (Pérez *et al.*, 2019). Pero en comparación con la harina de otros insectos como la harina de larvas de tenebrio molitor disminuye el crecimiento y el nivel lipídico en la carne del animal, comprobado por De Haro en el 2015.

En el consumo diario de alimento (CDA) los datos no fueron estadísticamente significativos en ninguno de los tratamientos con dietas experimentales, como se observa en el Cuadro 19.

En el periodo pre-destete los lechones completamente sano tuvieron un consumo diario de 0.8 a 1.0 kg y pequeñas cantidades de alimento, en el estudio de Beltrán *et al.* (2011)

mencionan que el consumo medio total de alimento es de 4g por lechón después de 14 días de edad hasta el destete y la importancia de la calidad nutritiva del alimento es crucial.

En el tratamiento T2 tuvo un consumo de 6.00g, con respecto al tratamiento T5 con un consumo de 5.28g, lo cual podemos atribuir una baja en el consumo por la proteína altamente digestible que nos proporciona la harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) (Van Itterbeeck, 2008).

Muchos científicos evaluaron las decisiones de la edad al destete, al comparar diferencias de crecimiento y problemas de salud en lactancias cortas, ya que afectan al crecimiento del lechón, a consecuencia del estrés que el individuo sufre durante el proceso (De la Torre, 2008). Sin embargo, por la inducción prematura y gradual del alimento sólido en el lechón durante la lactancia este factor se evita con resultados favorables dentro de los parámetros productivos.

El destete es un proceso que ocurre gradualmente en el sistema inmunitario del sistema gastrointestinal no está completamente desarrollado hasta las 10 -12 semanas de vida; por lo que el destete a edades tempranas supone un efecto negativo en cambios de enzimas digestivas y morfología del intestino, lo cual hace que se genere un retraso de crecimiento post destete y la diarrea post destete en lechones (Canibe, 2007). Durante el experimento no se reportó presencia de diarreas durante, ni después del destete, añadiendo una mejor adaptación a la separación de la madre.

El peso al destete (PD) se reflejó una diferencia significativa al comparar los diferentes tratamientos ya que en el tratamiento testigo (T1) solo se obtuvo un peso promedio de  $4412.16 \pm 1.00$  g de peso y en el tratamiento con la mayor sustitución de harina de cucaracha de Madagascar se obtuvo un peso de  $5603.73 \pm 0.99$  g, lo que refiere a una diferencia de aproximadamente un 1191.56g.

Los lechones con bajo peso al nacimiento tiene un efecto en su salida al mercado de hasta 10 días más para alcanzar el peso deseado (Beaulieu *et al.* 2010). Sánchez *et al.* (2010) menciona un peso al destete entre los 5-7 kg donde en el Cuadro 20, se observa que los tratamientos T4 y T5 con 50 y 100% en la sustitución con harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) alcanzan perfectamente el parámetro ideal de producción.

No se observó cambios en el porcentaje de mortalidad en la experimentación, como se puede observar en el Cuadro 20.

**Cuadro 20.** Peso al destete (PD), porcentaje de mortalidad y condición corporal (CC) entre los diferentes tratamiento de cerdos lactantes Landrace/Duroc.

TRATAMIENTO	PD	DE	MORTALIDAD	CC DE LA CERDA
T1	4412.16 <sup>a</sup>	±1.00	0%	2 <sup>a</sup>
T2	4870.76 <sup>a</sup>	±1.24	0%	3 <sup>ab</sup>
T3	4959.03 <sup>ab</sup>	±1.25	0%	3 <sup>ab</sup>
T4	5044.60 <sup>b</sup>	±0.87	0%	3 <sup>ab</sup>
T5	5603.73 <sup>c</sup>	±0.99	0%	4 <sup>b</sup>

\*Literales diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

\*Lineales iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

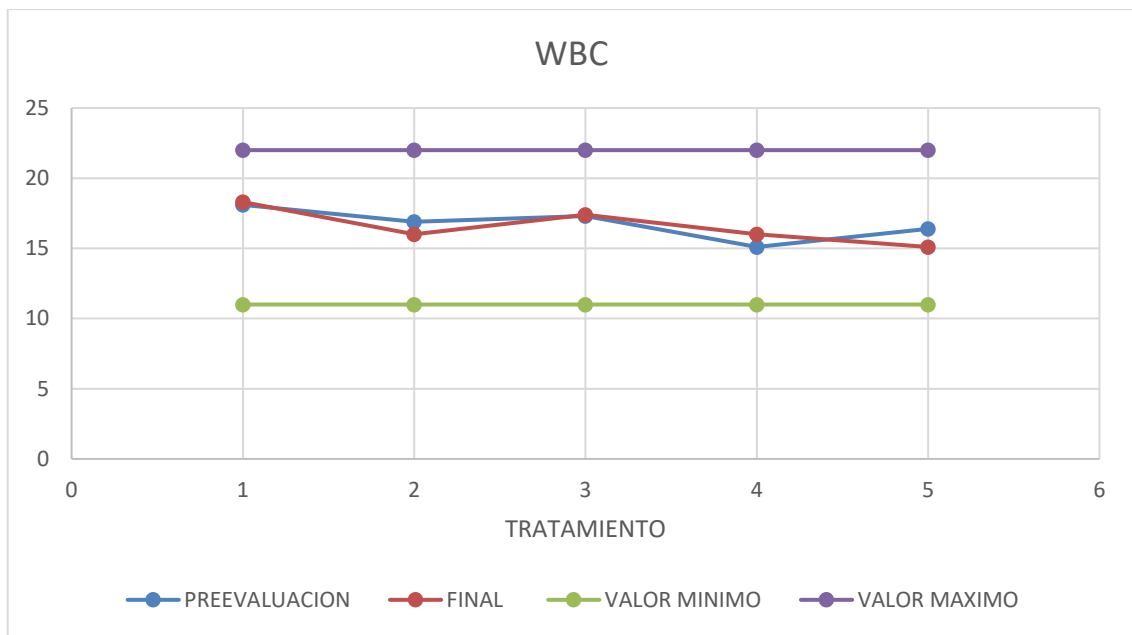
\*DE: Desviación estándar.

En el peso al destete como se observa en el Cuadro 20, hubo diferencias significativas entre algunos tratamientos y una diferencia significativa en el tratamiento T5 con respecto al tratamiento testigo (T1).

En la condición corporal de la cerda, se observó una diferencia significativa entre el tratamiento T5 con respecto al tratamiento T1, y una similitud entre los tratamientos T2, T3 y T4.

### 6.1.2. Hematología sanguínea

En el perfil hematológico por tratamiento, no se observó diferencias, ya que ambas evaluaciones se observaron dentro del parámetro normal, como se puede observar en la tabla del Anexo 6 y 7, así como en las Figuras 2, 3, 4, 5,7,8,9,10 y 11 presentando cada elemento.

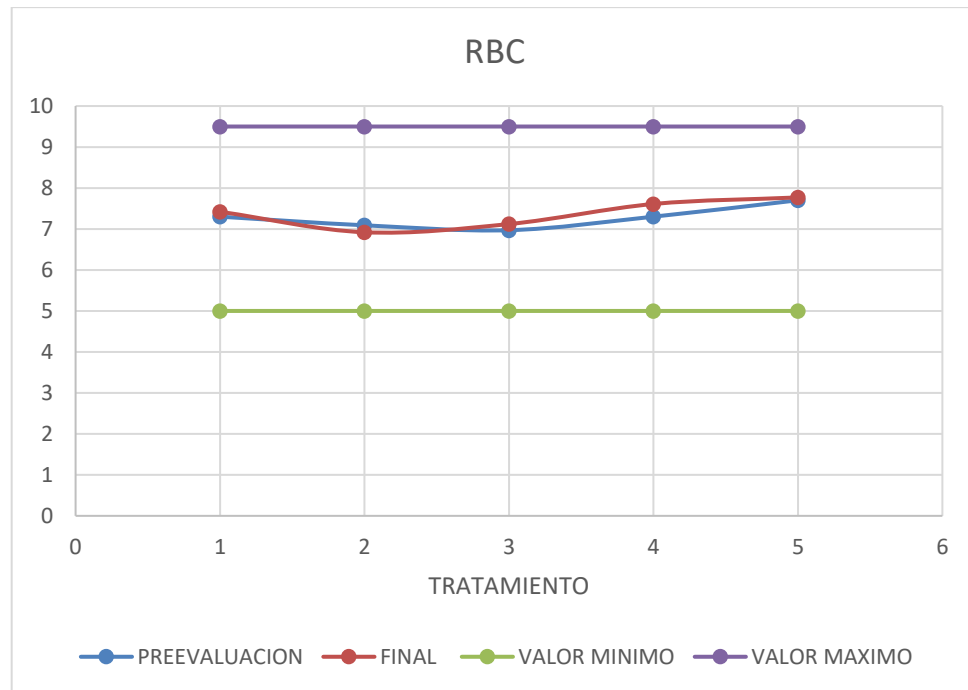


**Figura 2.** Perfil hematológico de glóbulos blancos (WBC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.

En la Figura 2 se observa los datos obtenidos en el conteo de células blancas, comparados con el límite máximo y el límite mínimo, donde los valores obtenidos se colocaron en valores normales de un animal sano, antes y después del periodo experimental, donde se proporcionaron las dietas y el grupo testigo.

El estrés es uno de los factores más importantes en la vida del lechón, ya que al ser un animal joven y en una situación donde está totalmente expuesto, puede influir de manera significativa, Schlesinger (2005), menciona un experimento realizado con ratas, donde expusieron ciertos escenarios, uno de ellos, la falta de alimento disponible, en donde el estrés de las ratas desnutridas tuvo un impacto significativo en su sistema inmunológico.

Por lo anterior, se puede atribuir que en los tratamientos T2, T4, T5 hubo una disminución del valor de WBC, a consecuencia de una exposición a estrés, con énfasis en el tratamiento T5 con la dieta con el 100% de la sustitución de harina de cucaracha una notable diferencia en el resultado final después del periodo experimental, en cierta forma por el alimento accesible, por disminuir el estrés nutricional (Schlesinger, 2005).

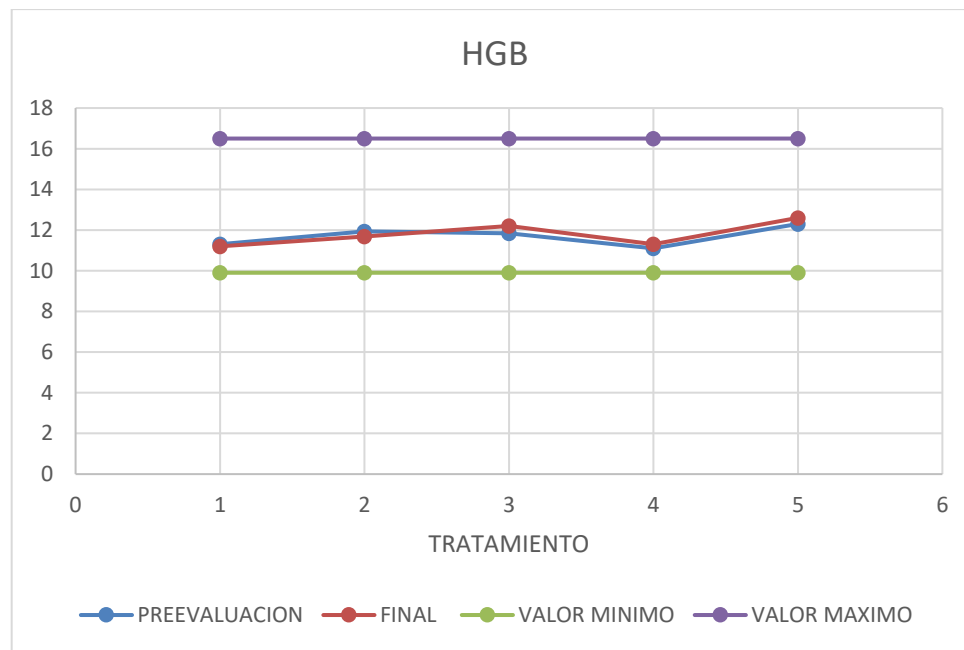


**Figura 3.** Perfil hematológico de glóbulos rojos (RBC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.

En la interpretación de glóbulos rojos, para animales jóvenes, uno de los principales problemas al ser un animal totalmente expuesto, al presentar un nivel bajo de glóbulos rojos y desarrollar un cuadro clínico de anemia, a consecuencia de la una deficiente alimentación o una mal aplicación de hierro en los primeros días de vida (Beltran *et al*, 2012).

En el tratamiento 4 hubo una pequeña diferencia entre los valores de la pre-evaluación y la evaluación final, como se observa en la Figura 3, Ježek *et al.* (2018) menciona que estas variaciones se pueden justificar con la edad del cerdo, ya que el organismo joven del lechón puede tener variaciones, inclusive de lechón a lechón, aunque este valor no es de impacto ya que se encuentra dentro de dichos parámetros.

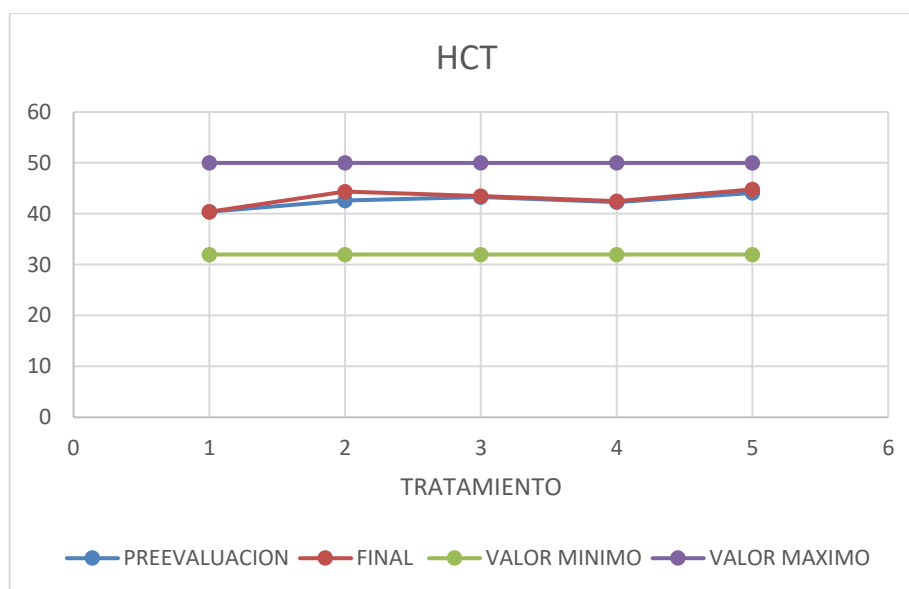




**Figura 4.** Perfil hematológico de Hemoglobina (HGB) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.

La hemoglobina y mioglobina, son proteínas que son conjugadas con el hierro y son necesarias para las funciones de transporte de oxígeno y actividades respiratorias vitales para el metabolismo celular (Quiles y Hevia, 2003).

Por lo anterior la importancia de que estos valores fueron constantes al inicio y al final del periodo experimental, ya que se puede proponer el uso de esta harina de insecto con criterio de no alterar la hemoglobina, como se puede observar en la Figura 4.



**Figura 5.** Perfil hematológico de Hematocrito (HTC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.

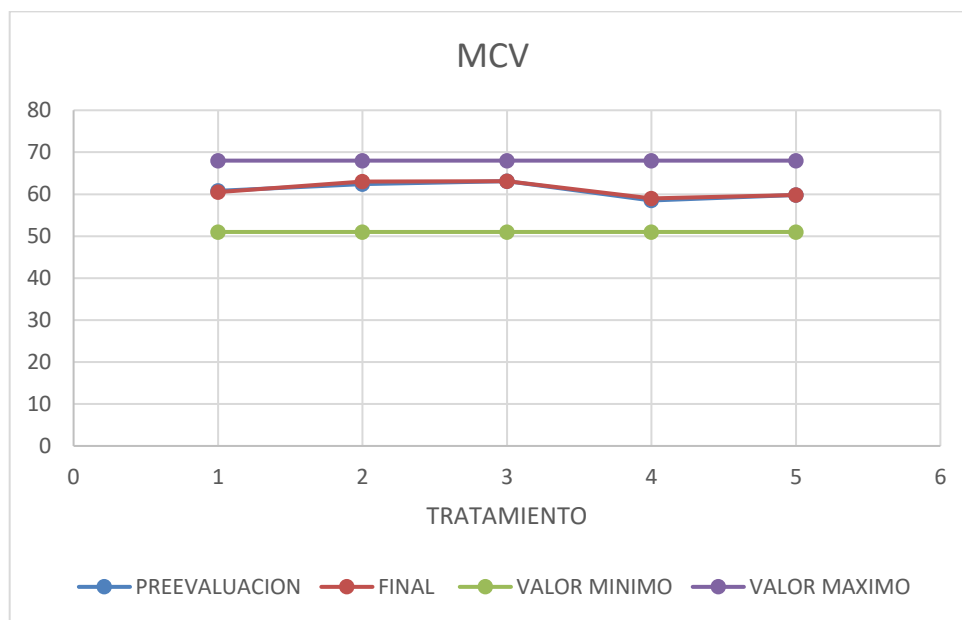
Gongora, *et al.* (2004), mencionan que conforme a la edad del lechón es normal el aumento de los valores del hematocrito siempre y cuando estos no sobrepasen los límites establecidos, donde específicamente menciona tres momentos al nacer, a los 10 días y al día 21 estos valores cambian.

En la Figura 5, los valores del hematocrito en la evaluación final aumentaron, ya que se puede justificar esos valores con el párrafo anteriormente citado, sin atribuirse a la alimentación con harina de *Gromphadorina portentosa*, ya que estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos.

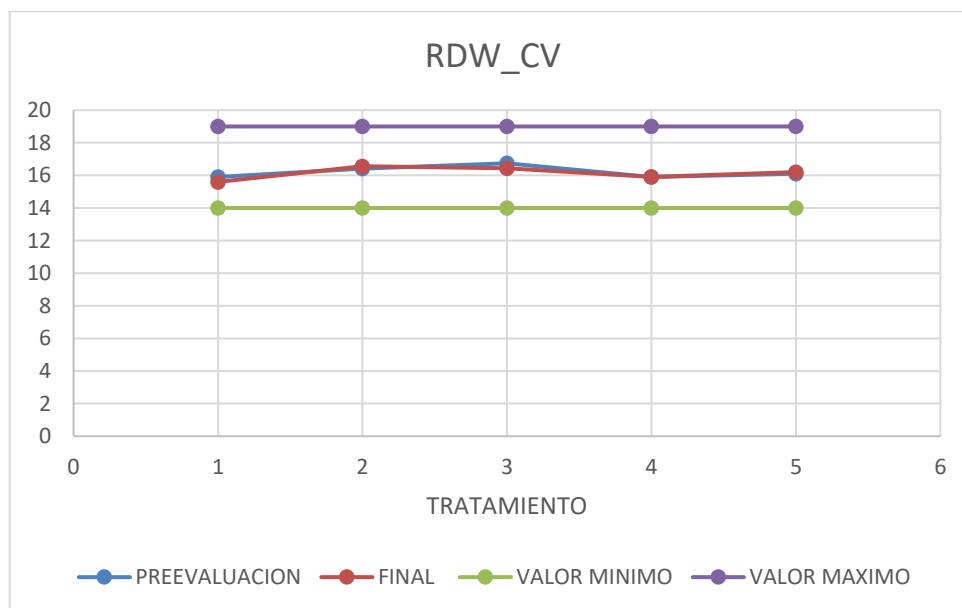
Colina *et al.* (2010), menciona el uso de alternativas proteica en la alimentación de cerdos, por la creciente demanda de materias primas, realizo un estudio donde realizo perfiles hematológicos en cerdos alimentados con una alternativa proteica derivada de una palma llamada Pijigüao, donde los parámetros MCV, RW-CV, MCH y MCHC, la proteína utilizada no influyo negativamente dentro de estos parámetros de los cerdos en experimentación.

En la Figura 6,7.8 y 9 se observa el comportamiento de los parámetros MCV, RW-CV, MCH y MCHC, donde no se mostraron efectos significativos, por el uso de proteína de cucaracha de Madagascar, y se comportaron los valores dentro de los establecidos, antes y después de la experimentación de los lechones evaluados en los diferentes tratamientos.

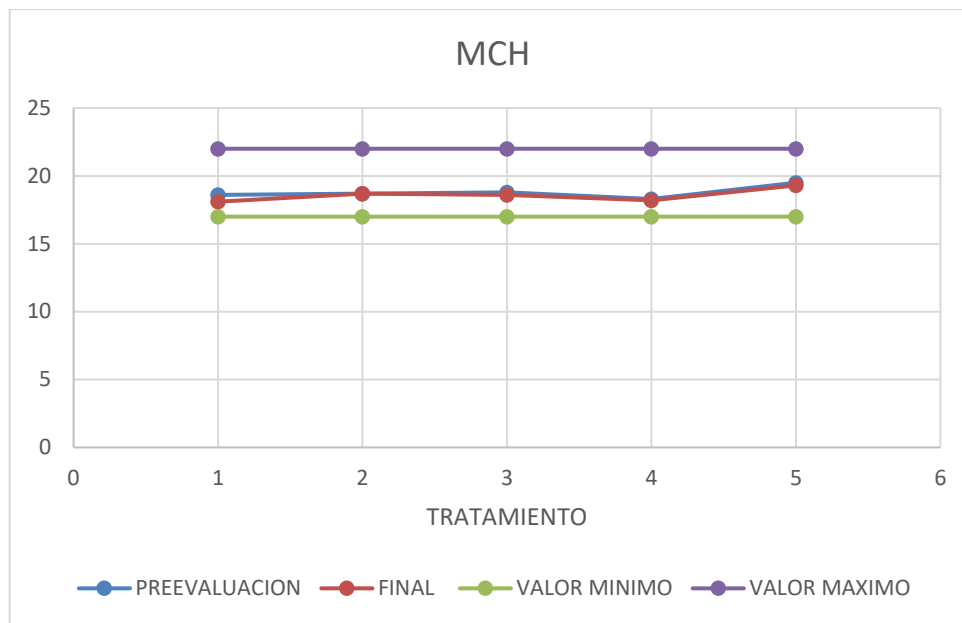
La experimentación de Colina *et al.* (2010), las alternativas proteicas son necesarias y demandadas, por lo que la harina de cucaracha se considera una alternativa por los resultados antes mencionados.



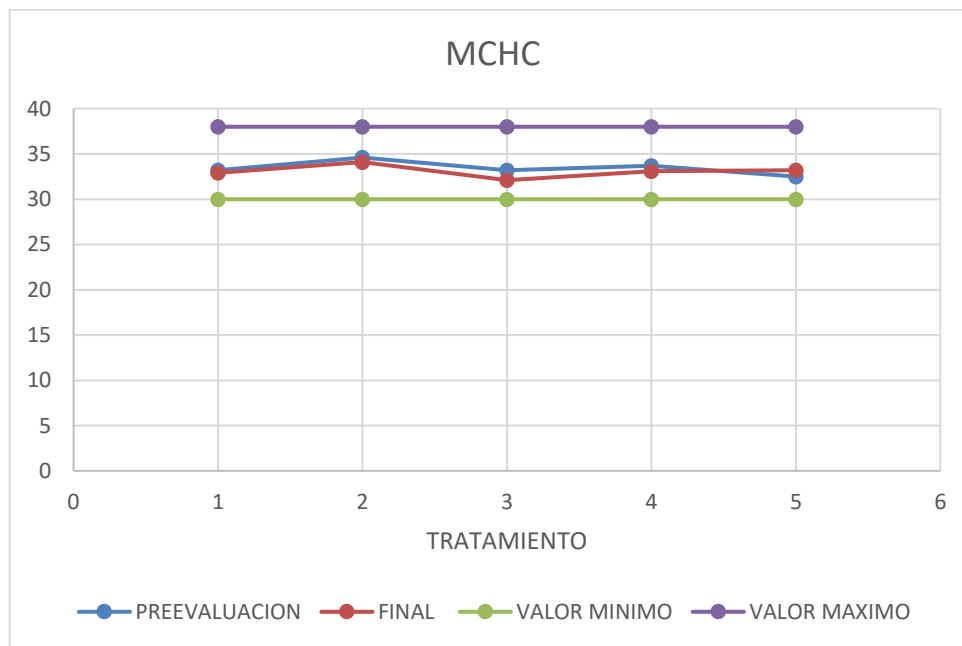
**Figura 6.** Perfil hematológico de Volumen corpuscular medio (MCV) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.



**Figura 7.** Perfil hematológico de Amplitud de distribución Eritrocitaria (RW-CV) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.



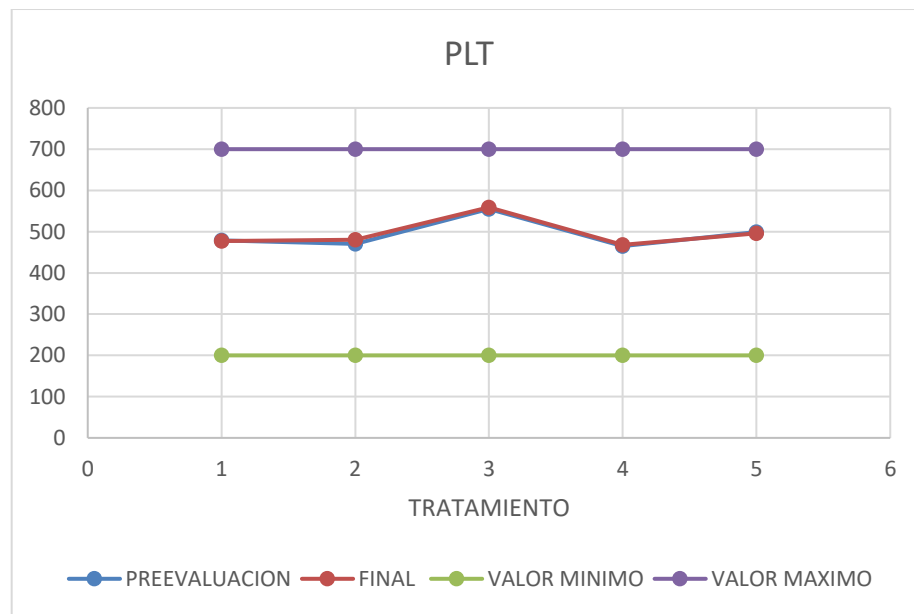
**Figura 8.** Perfil hematológico de Hemoglobina corpuscular media (MCH) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.



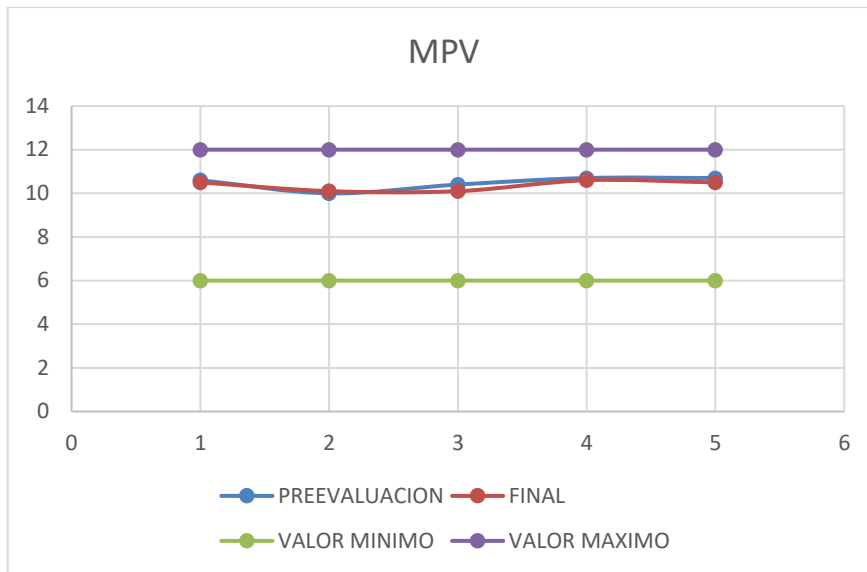
**Figura 9.** Perfil hematológico de Concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.

Las plaquetas son fragmentos de células relacionados con la médula ósea, estimuladas por la trombopoyetina. El bajo número de plaquetas se asocia a una trombocitosis y el bajo número se asocia a una trombocitopenia, ya que las plaquetas tienen un papel importante en la coagulación (Chu y Song, 2013).

En la Figura 10, se puede observar los valores obtenidos de los lechones de los diferentes tratamientos, donde no se encontraron valores fuera de los parámetros establecidos, así como en la Figura 11, donde el MPV tampoco se observaron anomalías dentro de las evaluaciones correspondientes.



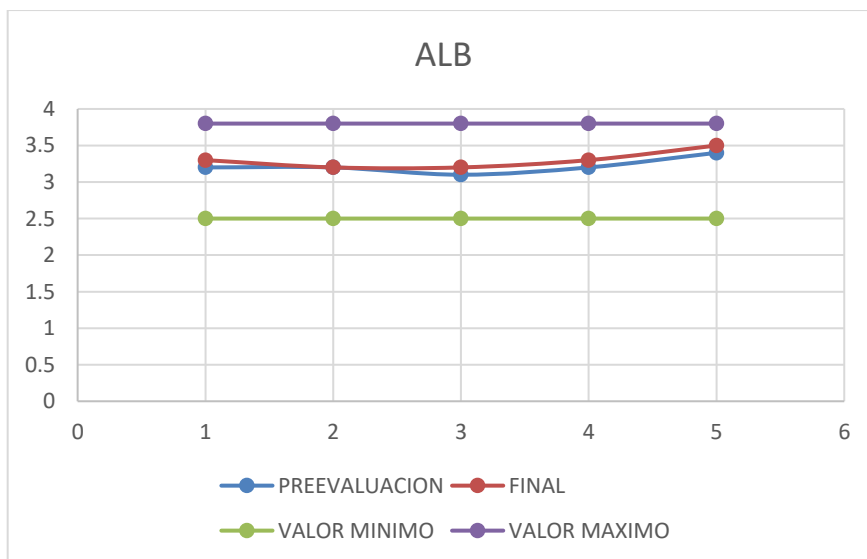
**Figura 10.** Perfil hematológico de Plaquetas (PLT) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.



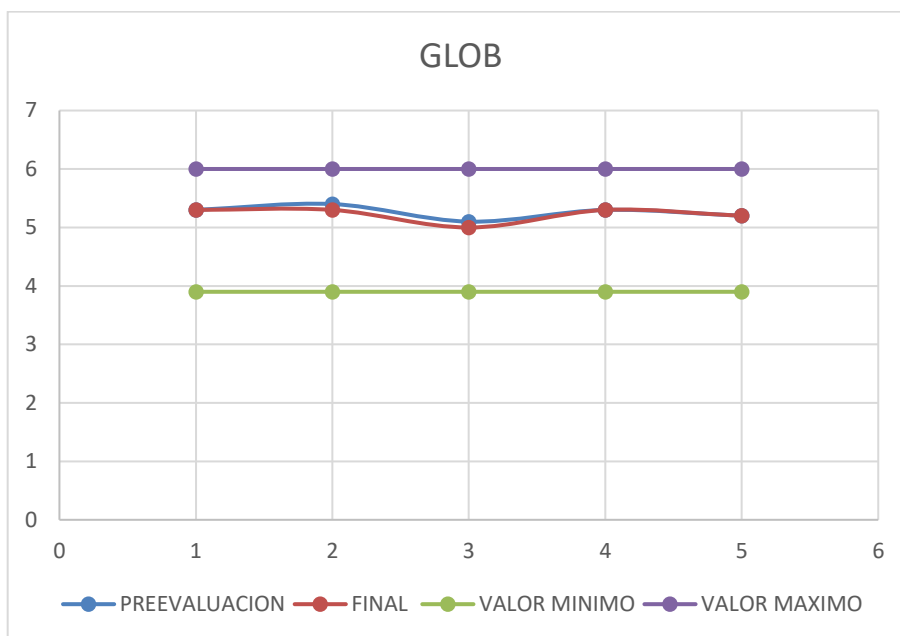
**Figura 11.** Perfil hematológico de Volumen plaquetario medio (MPV) por tratamiento de lechones lactantes Landrace/Duroc.

### 6.1.3. Química sanguínea

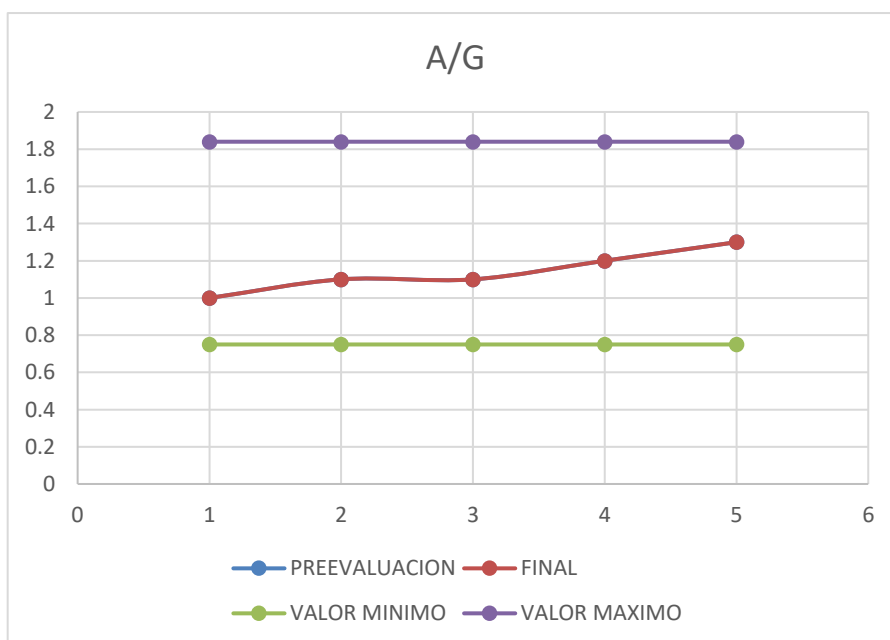
En el perfil químico por tratamiento, no se observó diferencias de impacto, ya que ambas evaluaciones se observaron dentro del parámetro normal, como se puede observar en el cuadro del Anexo 8 y 9, a continuación, en las Figuras 12,13,14,15...23 se describen los diferentes elementos analizados de los diferentes tratamientos evaluados.



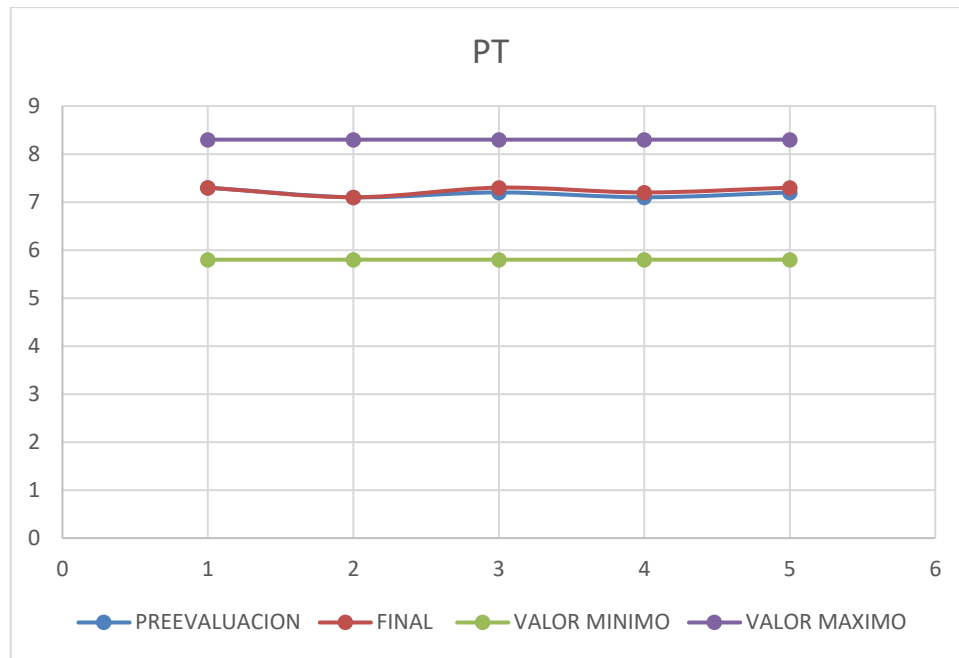
**Figura 12.** Perfil químico de Albumina (ALB) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



**Figura 13.** Perfil químico de Globulina (GLOB) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



**Figura 14.** Perfil químico de Albumina/Globulina (A/G) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



**Figura 15.** Perfil químico de Proteínas totales (PT) de lechones lactantes Landrace/Duroc.

La albumina representa un 35% a 40% de las proteínas totales, es la principal forma de almacenamiento de proteínas y la fuente de aminoácidos de los tejidos. Además, garantiza el transporte de diversas sustancias como: bilirrubina, ácidos grasos y medicamentos. Las globulinas son un grupo de proteínas de la sangre (Montoya, 2017). No existió diferencias importantes que afectaron al lechón durante la evaluación de las dietas experimentales con harina de cucaracha de Madagascar.

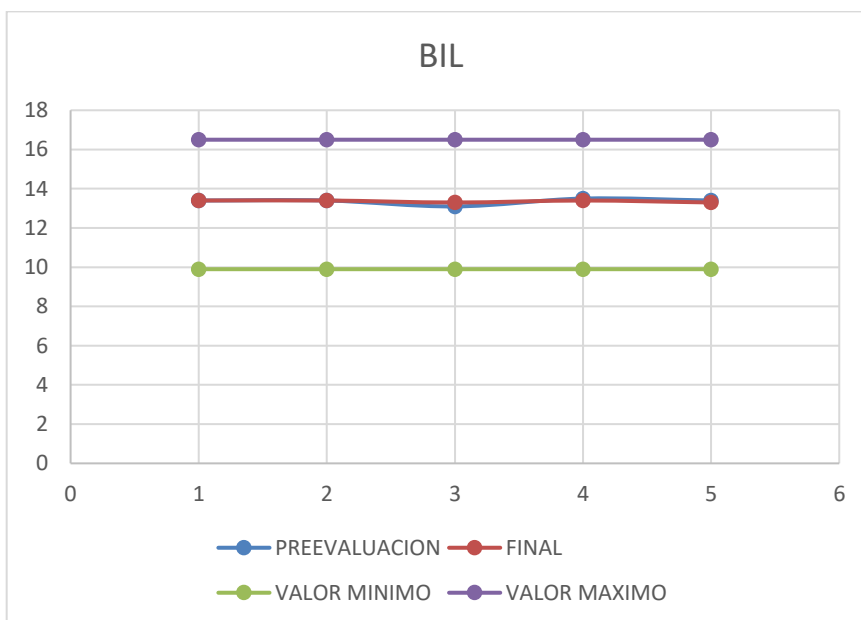
La proporción A/G es una expresión de la relación albúmina a globulinas en sangre u orina. Se usa para expresar los cambios de las proteínas de la enfermedad y se calcula dividiendo la concentración de albúmina entre la concentración de globulinas (Roa *et al.*, 2017). Por lo anterior la importancia de la evaluación del estudio de estos elementos, que sin duda no existió diferencias importantes que afectaran al lechón durante la evaluación de las dietas experimentales.

En las Figuras 12, 13 y 14, se observan los valores de Albumina y Globulinas, así como la relación A/G respectivamente, los cuales se encuentran dentro de los límites establecidos, se observan una diferencia entre tratamientos.

En la Figura 15 se observa los valores correspondientes a las proteínas totales que se encontraron en el suero de los animales evaluados y se encontraron dentro de los



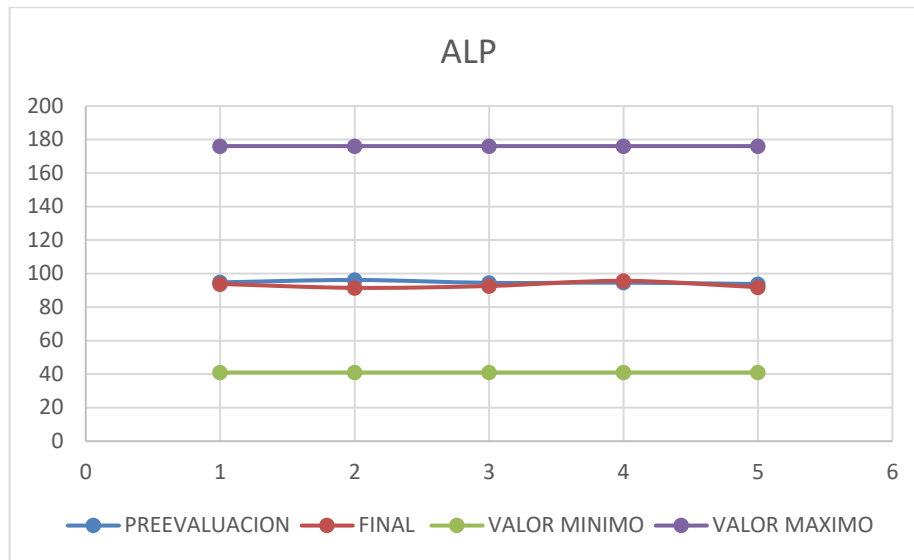
parámetros establecidos, en ambas evaluaciones, con base a los resultados de Albumina y Globulinas también analizadas, no se determina una alteración de estos elementos en la salud del animal.



**Figura 16.** Perfil químico de Bilirrubina (BIL) de lechones lactantes Landrace/Duroc.

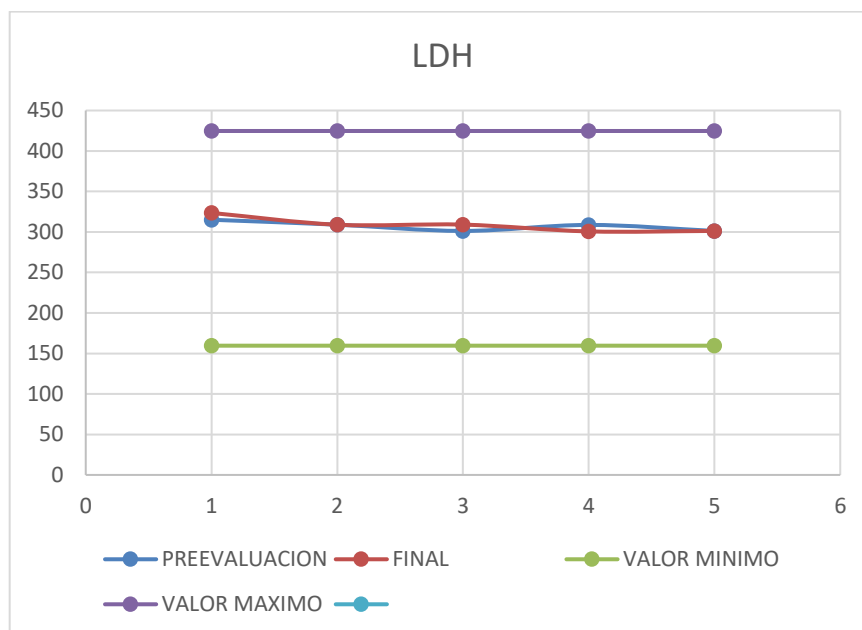
La ictericia se produce por acumulación de bilirrubina, pigmentos biliares o hemoglobina en sangre y principal signo de enfermedades (Soraci *et al.*, 2010), como se observa en la Figura 16 los valores obtenidos dentro los tratamientos y el grupo testigo se encuentra dentro de los parámetros establecidos, así como entre evaluaciones no se observó diferencias de este elemento.

Lackeyram *et al.* (2010) realizaron un estudio donde evaluaron ALP en lechones expuestos a un alimento sólido en los primeros 10 días, donde resultó que los niveles de ALP aumentaban y no era benéfico en los lechones, a considerar en el presente estudio donde los valores de ALP se encuentran dentro de los parámetros establecidos como se observa en la Figura 17, aun al incluir harina de cucaracha en las diferentes dietas experimentales.

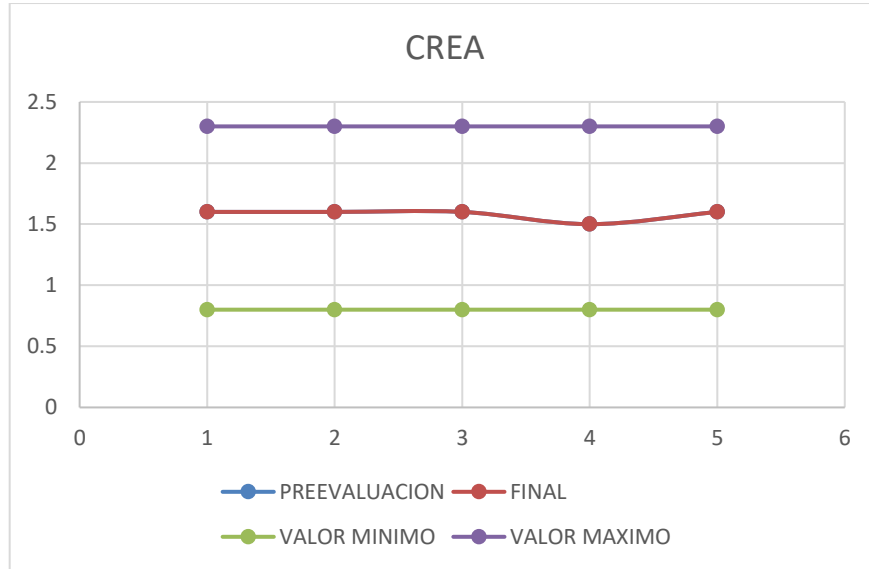


**Figura 17.** Perfil químico de Fosfatasa alcalina (ALP) de lechones lactantes Landrace/Duroc.

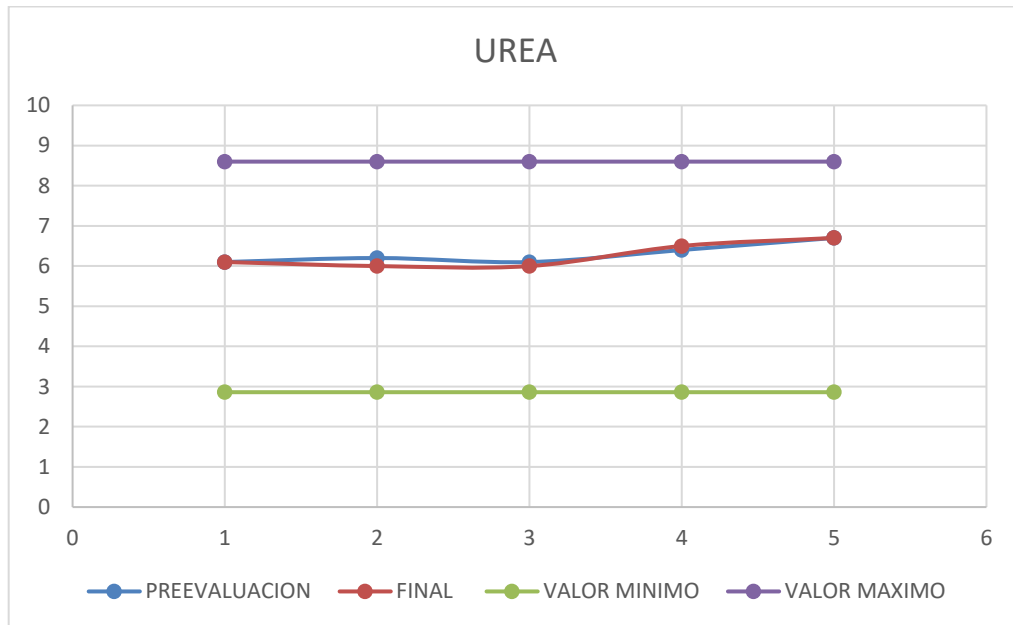
El LDH es uno de los elementos de química sanguínea, para la detección de enfermedades infecciosas y en la salud del lechón un principal factor para la detección de enfermedades gastrointestinales y respiratorias, los cuadros más comunes dentro de esta etapa (García *et al.*, 2017). En la Figura 18 se observa los valores de LDH de los lechones lactantes evaluados, y no se reportan variaciones importantes, por lo que no influye de manera significativa la harina de cucaracha de Madagascar en la salud del lechón.



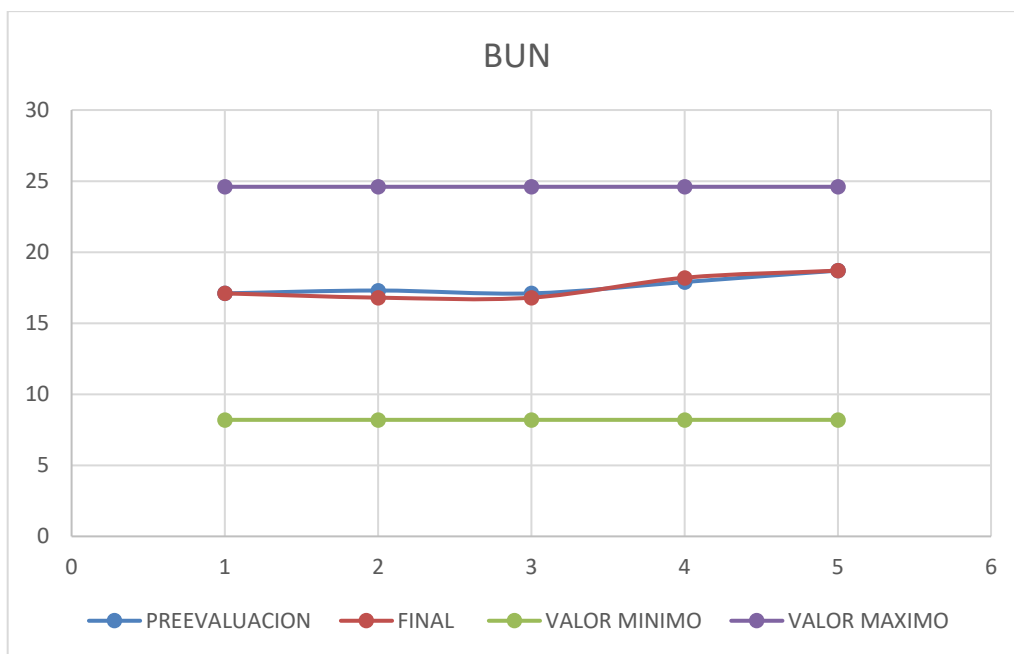
**Figura 18.** Perfil químico de Lactato deshidrogenasa (LDH) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



**Figura 19.** Perfil químico de Creatinina (CREA) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



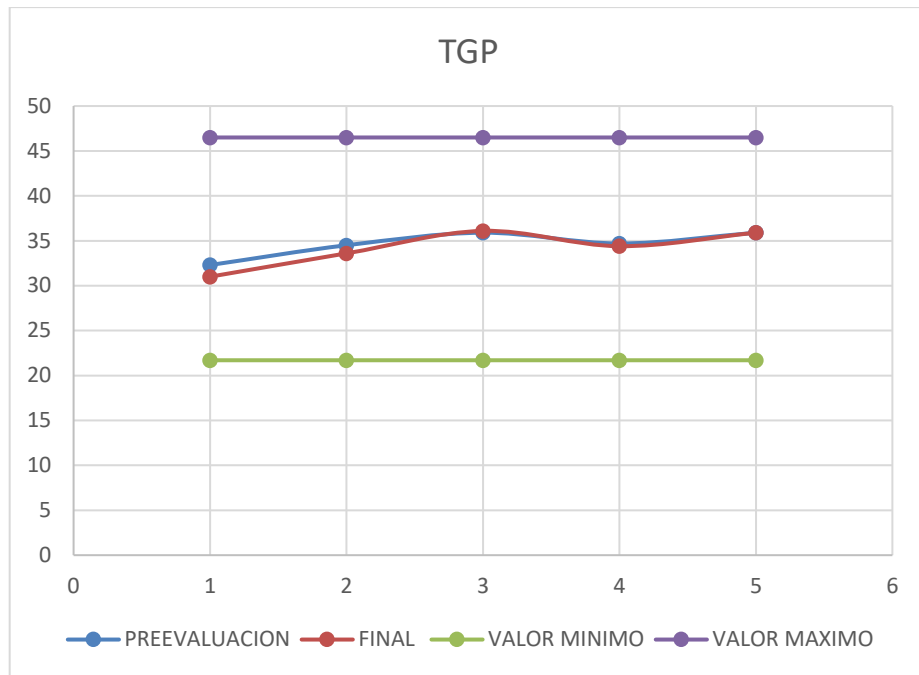
**Figura 20.** Perfil químico de Urea (UREA) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



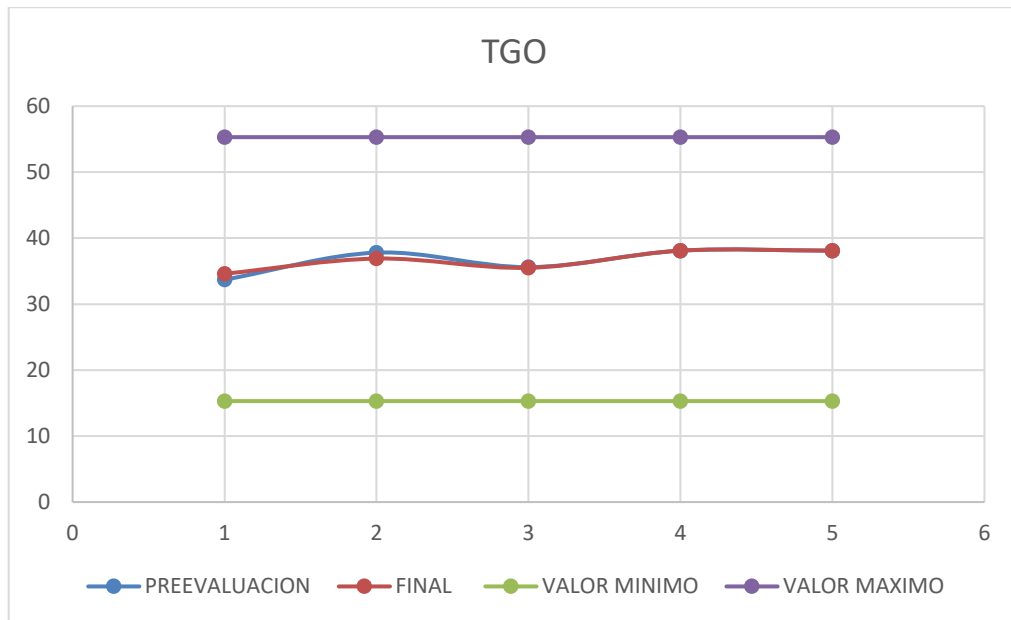
**Figura 21.** Perfil químico del Volumen nitrógeno ureico (BUN) de lechones lactantes Landrace/Duroc.

Uno de los principales elementos en un perfil de química sanguínea, para determinar un buen aprovechamiento de la proteína, puede tomarse a consideración el nivel de Urea, Creatinina y Nitrógeno Ureico, ya que a través de estos elementos se proyecta una idea sobre el ciertas parte de nitrógeno no digestible que se desecha por suero, esencial en una dieta con alta proteína y en este caso con la proteína de la Harina de cucaracha de Madagascar (Palova *et al.*, 2017).

En las Figuras 19, 20 y 21 se observan los valores correspondientes a CREA, UREA y BUN de los diferentes lechones evaluados, donde no hay diferencias entre evaluaciones y se encuentran dentro de los límites establecidos. Además, no existió alguna observación de interés entre los tratamientos donde se puede deducir que no hay diferencia de estos elementos con la concentración harina de cucaracha de Madagascar.



**Figura 22.** Perfil químico del Alanina aminotransferasa (TGP) de lechones lactantes Landrace/Duroc.



**Figura 23.** Perfil químico del Aspartato aminotransferasa (TGO) de lechones lactantes Landrace/Duroc.

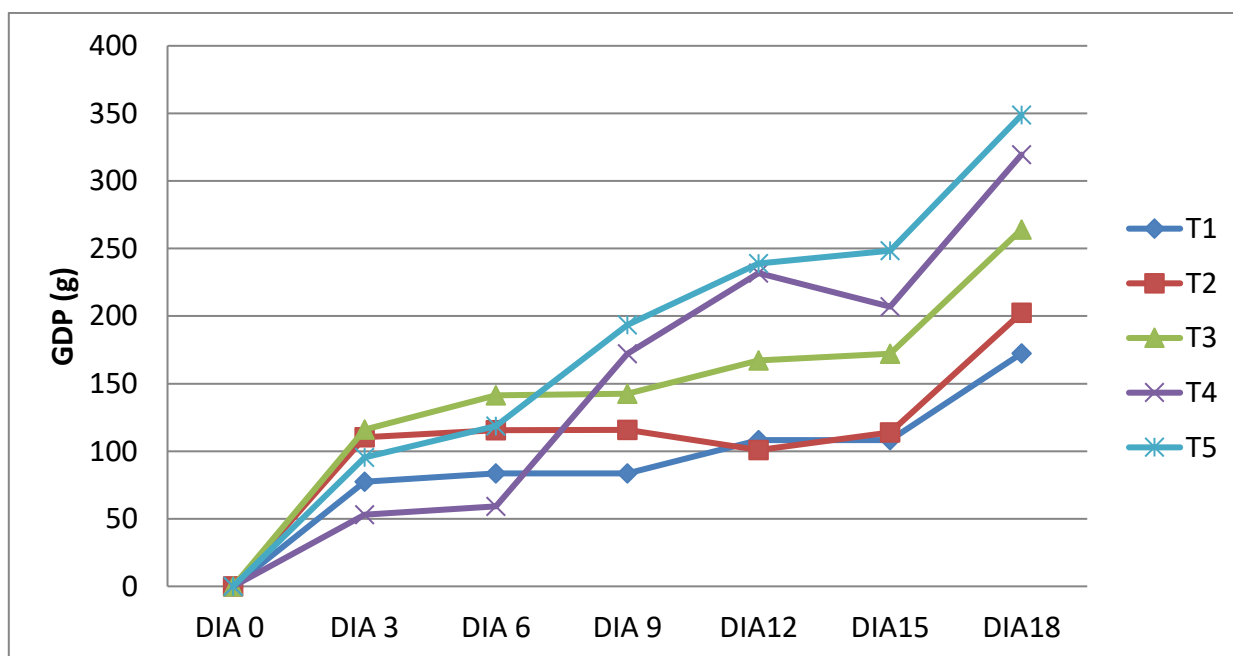
En la Figura 22 y 23 se observan los elementos TGO y TGP, que se encuentran dentro de los límites correspondientes, así como en las dos evaluaciones. Uno de los factores es la salud de un animal joven y adulto es la función renal y hepática, ya que la mayoría de los procesos metabólicos y anabólicos se realizan en el hígado, el TGO y TGP son dos elementos importantes para considerar en un cuadro clínico (Palova *et al.*, 2010).

## 6.2. Lechones lactantes de Cerdo Pelón Mexicano

### 6.2.1. Ganancia de Peso Diario y Consumo de Alimento

Se determinó que los tratamientos T1, T2, T3 son estadísticamente iguales, en comparación con los tratamientos T4 y T5 que son diferentes como se observa en la Figura 24.

Estupiñan, *et al.* (2009), menciona en su investigación que el cerdo pelón mexicano tiene una habilidad en el ciego que lo ayuda a provechar diversas fuentes de alimento poco convencionales, entre ellos, forrajes, raíces y granos, lo que puede atribuirse el aprovechamiento de dietas con requerimientos nutrimentales, inclusive el aprovechamiento de la harina de *Gomphadorhina portentosa*.



**Figura 24.** Ganancia de peso diario de los diferentes tratamientos con harina de cucaracha de Madagascar.

Los tratamientos T1, T2, T3 son estadísticamente iguales, en comparación con los tratamientos T4 y T5, como se observa en el Cuadro 21.

El comportamiento de los lechones en la lactancia es muy singular ya que al no producir la cerda suficiente leche para la alimentación de camadas grandes, y por ello la necesidad del lechón de alimentarse desde muy temprana edad (Chivangulula *et al.*, 2013).

**Cuadro 21.** Ganancia diaria de peso (GDP) y consumo diario de alimento (CDA) entre los diferentes tratamientos en los lechones lactantes del cerdo pelón mexicano.

TRATAMIENTO	GDP(g)	CDA(g)
T1	105.61 <sup>a</sup>	---
T2	126.44 <sup>a</sup>	48.76 <sup>a</sup>
T3	167.25 <sup>a</sup>	35.13 <sup>a</sup>
T4	173.77 <sup>b</sup>	29.82 <sup>a</sup>
T5	207.23 <sup>c</sup>	22.83 <sup>a</sup>

\*Literales diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

\*Literales iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

En el consumo diario de alimento (CDA) los datos no fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos con dietas experimentales como se puede observar en el Cuadro 21.

El peso al destete (PD) se reflejó una diferencia significativa ya que en el Testigo solo se obtuvo un peso promedio de  $2\ 960 \pm 0.52$ g de peso y en el tratamiento con la mayor sustitución de harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) se obtuvo un peso de  $4\ 995.33 \pm 0.70$ g.

El peso al destete de los lechones de cerdo pelón mexicano es mucho menor a un cerdo de raza comercial, pero en este estudio se demostró que, al implementar un alimento balanceado a temprana edad, los lechones alcanzan un mayor peso a destete, incluso un mejor resultado con la inclusión de harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) (Clemente *et al.*, 2008).

**Cuadro 22.** Peso al destete (PD), porcentaje de mortalidad y condición corporal (CC) entre los diferentes tratamientos en lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

TRATAMIENTO	PD	DE	MORTALIDAD	CC DE LA CERDA
T1	2960.40 <sup>a</sup>	±0.52	0%	2 <sup>a</sup>
T2	3977.20 <sup>ab</sup>	±0.46	0%	3 <sup>ab</sup>
T3	4753.56 <sup>b</sup>	±0.48	0%	3 <sup>ab</sup>
T4	4832.12 <sup>b</sup>	±0.94	0%	3 <sup>ab</sup>
T5	4995.33 <sup>c</sup>	±0.70	0%	4 <sup>b</sup>

\*Literales diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

\*Literales iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

\*DE: Desviación estándar.

En el peso al destete se observó diferencia significativa en el tratamiento T5 correspondiente al tratamiento con mayor inclusión de harina de cucaracha, porque es el mejor resultado con respecto a los demás tratamientos y el T1.

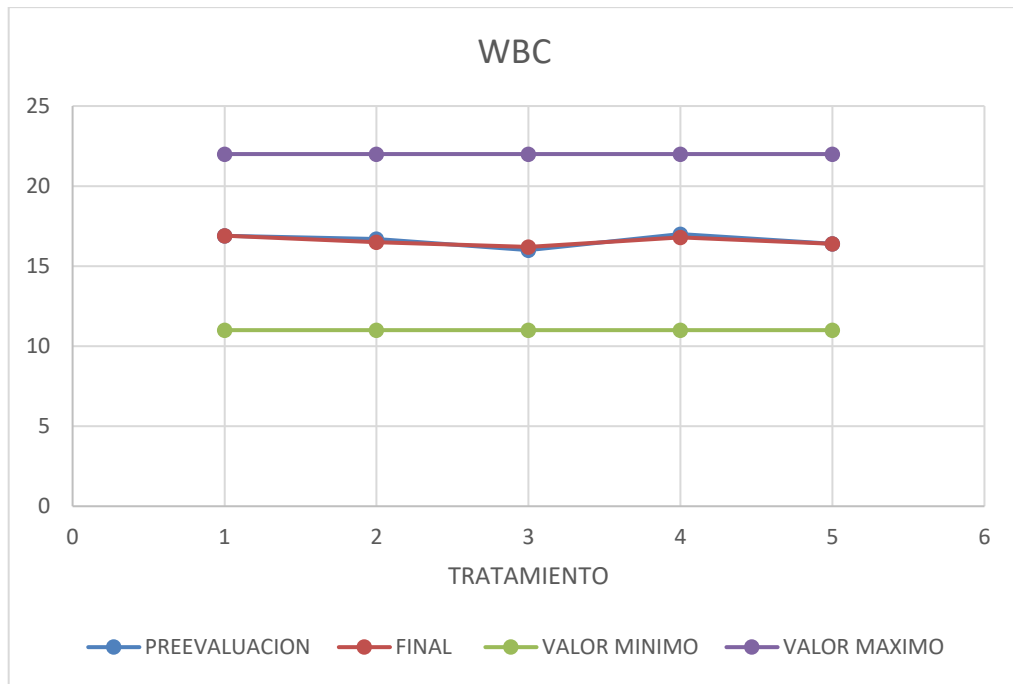
No se observó cambios en el porcentaje de mortalidad. En la condición corporal de la cerda, se observó un valor significativo entre el tratamiento 5 con respecto a los demás, y una similitud entre los tratamientos T2, T3 y T4 (Ver Cuadro 24) con respecto al tratamiento T1.

### 6.2.2. Hematología sanguínea

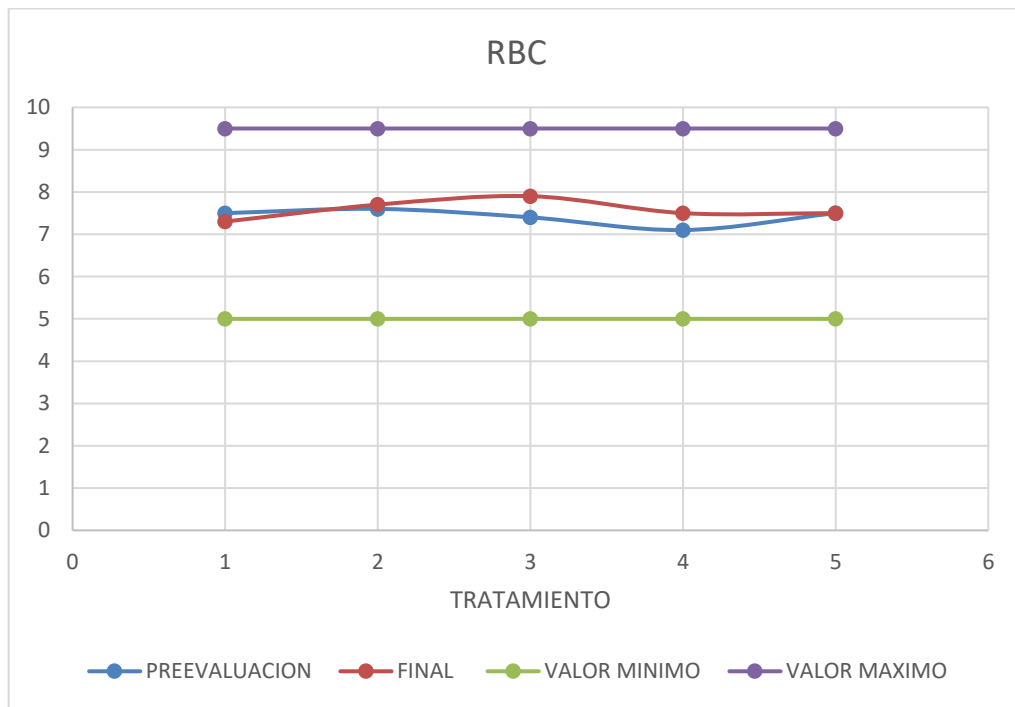
En el perfil hematológico por tratamiento, no se observó diferencias entre evaluaciones, se observó dentro del parámetro normal, como se puede observar en la tabla del Anexo 6 y 7, así como en las Figuras 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32 y 33 representando cada elemento de interés clínico.

Una de las principales causantes de las variaciones de glóbulos blancos y otros elementos, son atribuidas al desarrollo del estrés durante las diferentes etapas (Schlesinger, 2005). En la Figura 25 no se observan diferencias de interés clínico entre las evaluaciones, así como en cada una de ellas se encontraron dentro de los límites establecidos.





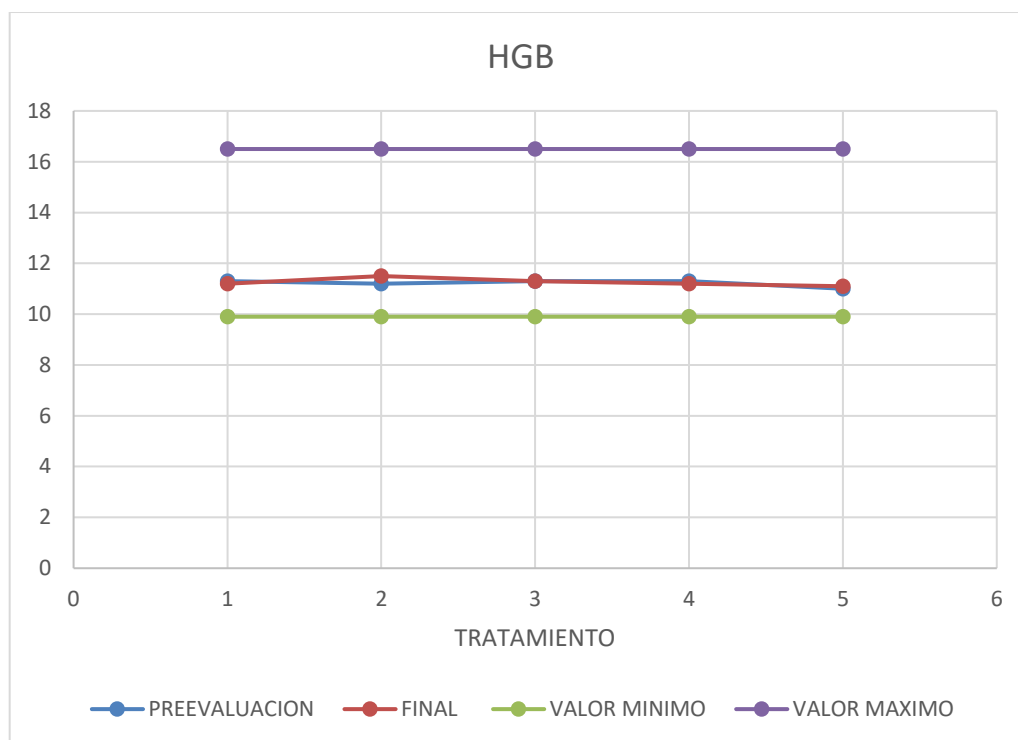
**Figura 25.** Perfil hematológico de glóbulos blancos (WBC) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



**Figura 26.** Perfil hematológico de glóbulos rojos (RBC) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

Czech *et al.*, (2017) menciona que las proteínas son un punto importante en la fisiología de un animal joven, por lo que los valores aptos son esenciales para el buen funcionamiento metabólico y en el crecimiento del animal.

En las Figuras 26, se observan los valores medios obtenidos por tratamiento, así como se puede mencionar que ambas evaluaciones se posicionaron dentro de límites establecidos de un cerdo sano, por lo que indica que los lechones de cerdo pelón mexicano alimentados con harina de cucaracha de Madagascar, no influyó de manera negativa en la salud del animal.



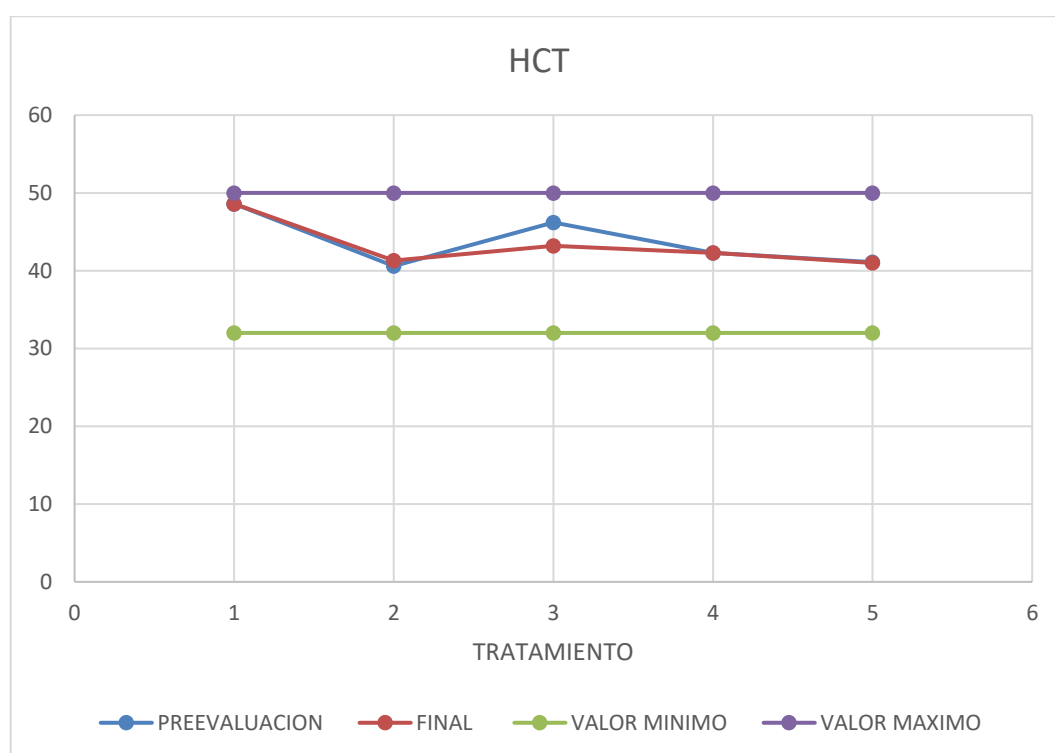
**Figura 27.** Perfil hematológico de Hemoglobina (HGB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

La hemoglobina y mioglobina, son proteínas que son conjugadas con el hierro y son necesarias para las funciones de transporte de oxígeno y actividades respiratorias vitales para el metabolismo celular (Quiles y Hevia, 2003).

En la Figura 27 se observan los datos de los tratamientos con lechones alimentados con harina de cucaracha de Madagascar (T2, T3, T4 y T5), se observa que los lechones de cerdo pelón mexicano a pesar de que los valores de hemoglobina se encuentran dentro de

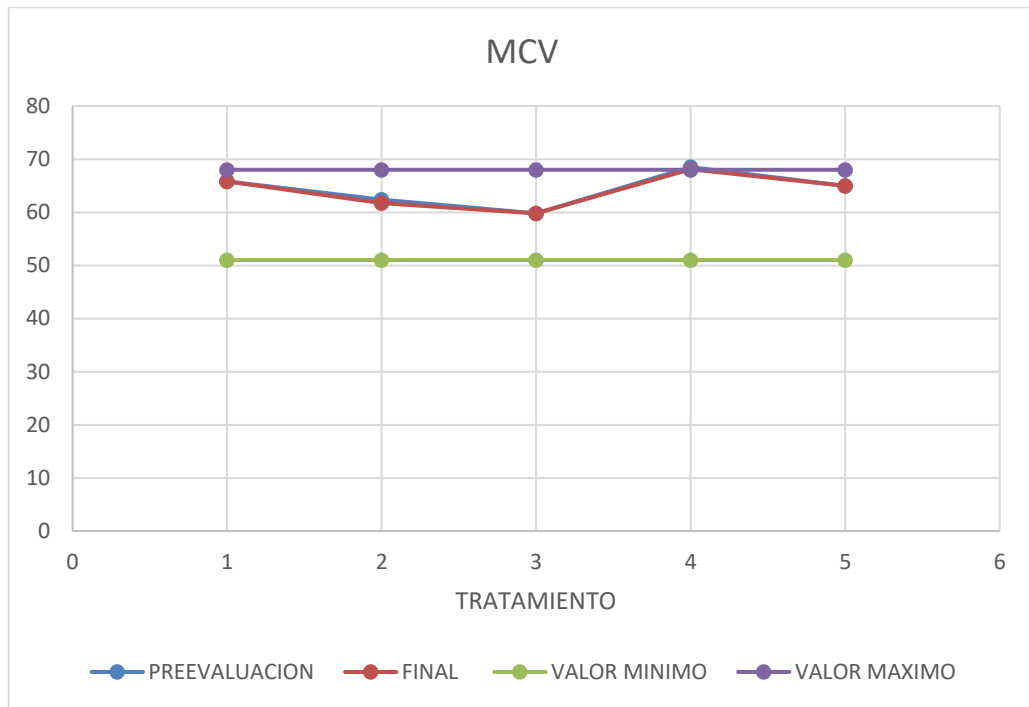
los límites establecidos, ligeramente se desviaron el límite inferior, lo que puede justificarse por lo mencionado por Santos (2005), donde de los principales problemas en la lactación de los cerdos criollos es la falta de hierro en la leche materna en comparación con los cerdos de línea comercial y no por la presencia de la harina de *Gromphadorhina portentosa*.

En la Figura 28, se observan los valores de hematocrito, se encuentran dentro de los límites establecidos, ya que el análisis de hematocrito indica la relación de glóbulos rojos, respecto al volumen total (Gongora, *et al.*, 2004), con una normalidad en la salud del lechón del cerdo pelón mexicano, incluso después de la alimentación con harina de cucaracha de Madagascar.

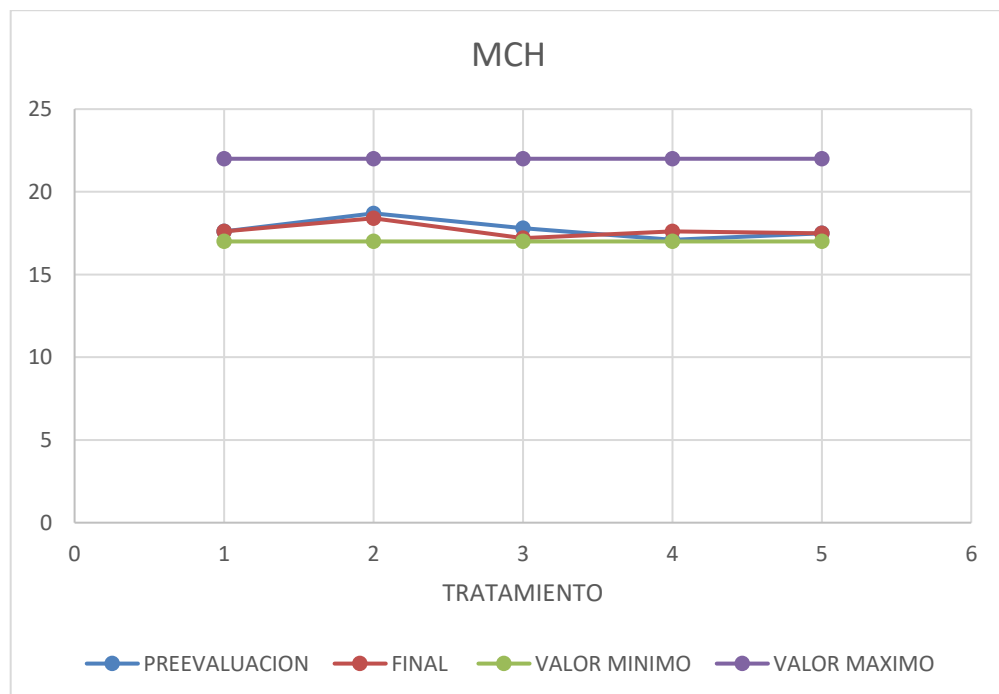


**Figura 28.** Perfil hematológico de Hematocrito (HCT) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

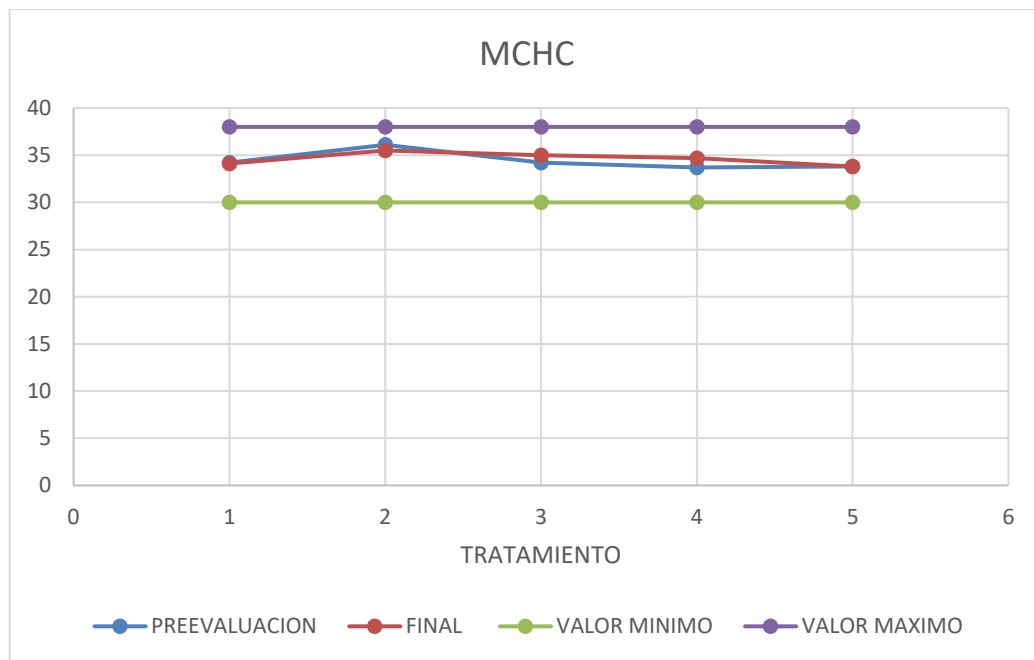
En la Figura 29,30 y 31 se observa el comportamiento de los parámetros MCV, MCH y MCHC, donde no se mostraron efectos negativos, por el uso de proteína de cucaracha de Madagascar, y se comportaron los valores dentro de los establecidos, antes y después de la experimentación de los lechones evaluados en los diferentes tratamientos.



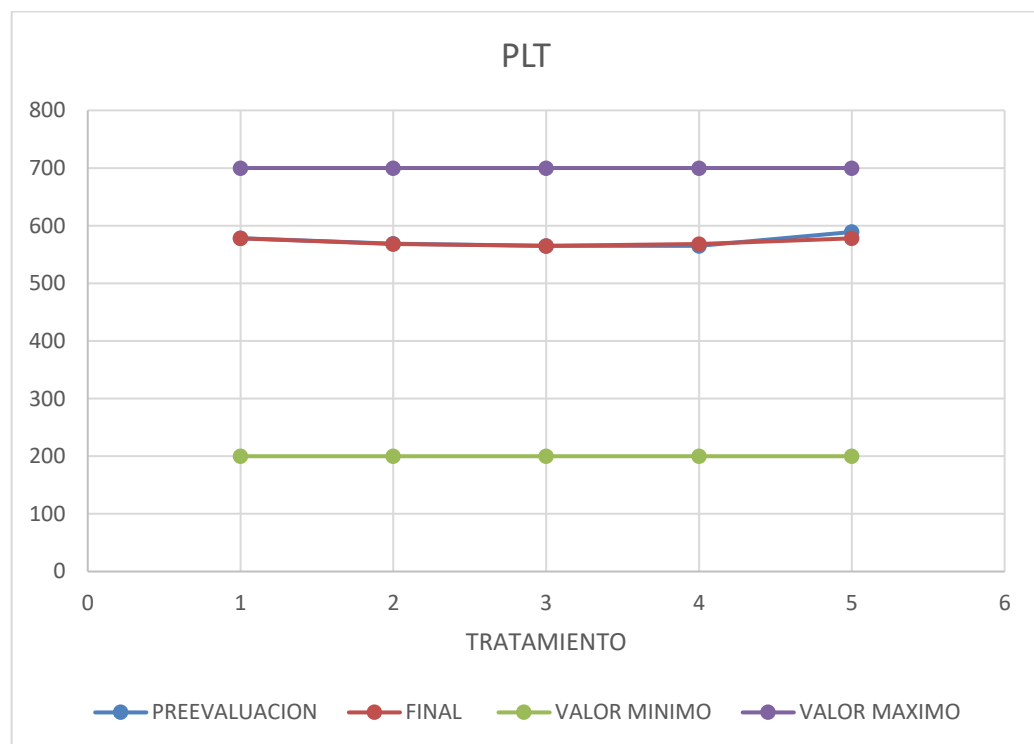
**Figura 29.** Perfil hematológico de Volumen corpuscular medio (MCV) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



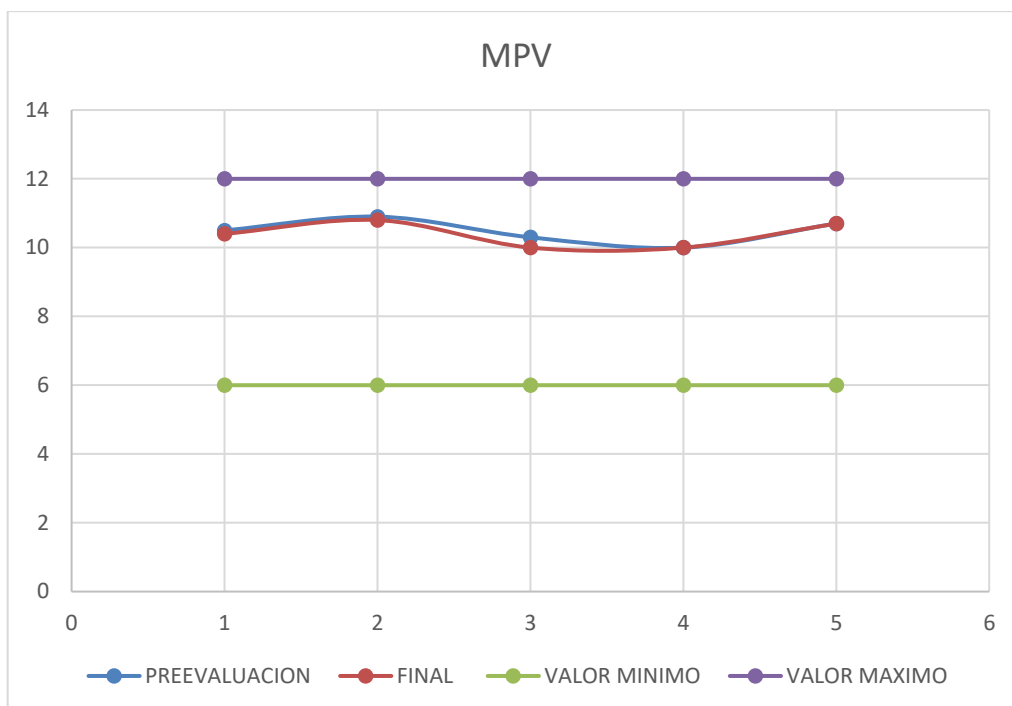
**Figura 30.** Perfil hematológico de Hemoglobina corpuscular medio (MCH) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



**Figura 31.** Perfil hematológico de Concentración de hemoglobina media (MCHC) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



**Figura 32.** Perfil hematológico de Plaquetas (PLT) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



**Figura 33.** Perfil hematológico de Volumen plaquetario medio (MPV) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

En la Figura 32, se puede observar los valores obtenidos de los lechones de los diferentes tratamientos, donde no se encontraron valores fuera de los parámetros establecidos, así como en la Figura 33, donde el MPV tampoco se observaron anomalías dentro de las evaluaciones correspondiente. Las plaquetas contribuyen a un elemento de importancia en la salud de los animales, atribuyendo principalmente estos valores a la ingesta de proteínas y grasas que son proporcionados por los diferentes programas de alimentación en monogástricos (Caro y Dihigo, 2012).

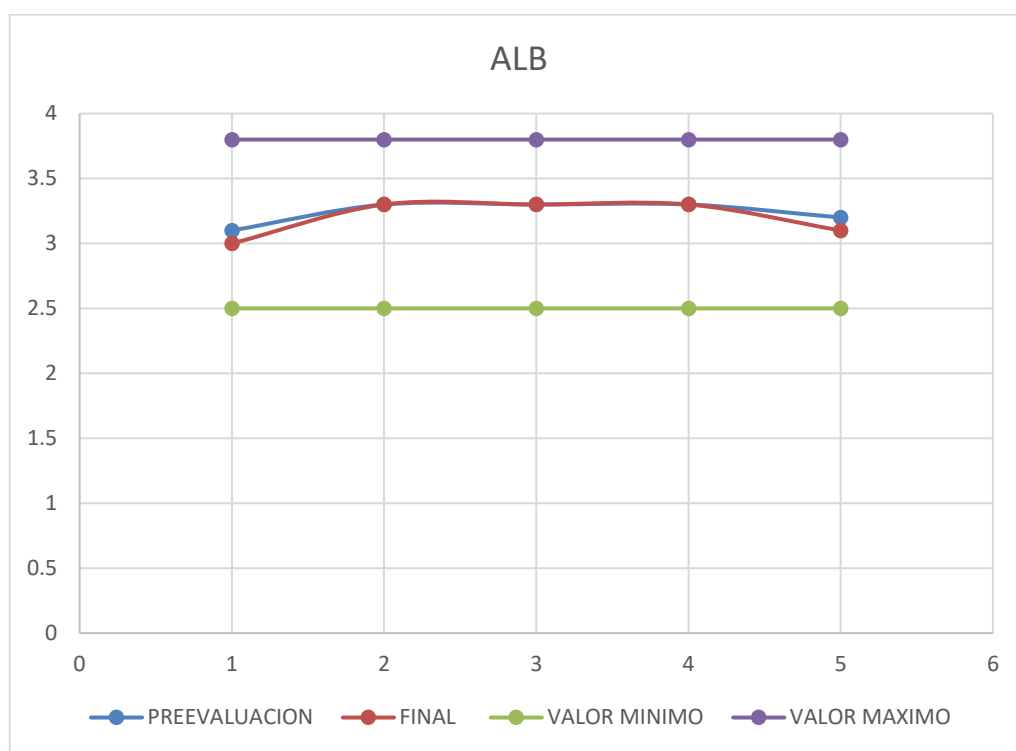
Por lo tanto la proteína proveniente de la harina de *Gromphadorhina portentosa* no tuvo impacto en los valores de plaquetas de los lechones alimentados con esta harina de insecto inclusive al comparar con el tratamiento T2 donde se usó un elemento proteico común en dietas en cerdos.

Citando a Revuelta e Illera (2007), “El conocimiento del estado hematológico normal de las razas criollas es de vital importancia para la monitorización de su salud y bienestar”, la falta

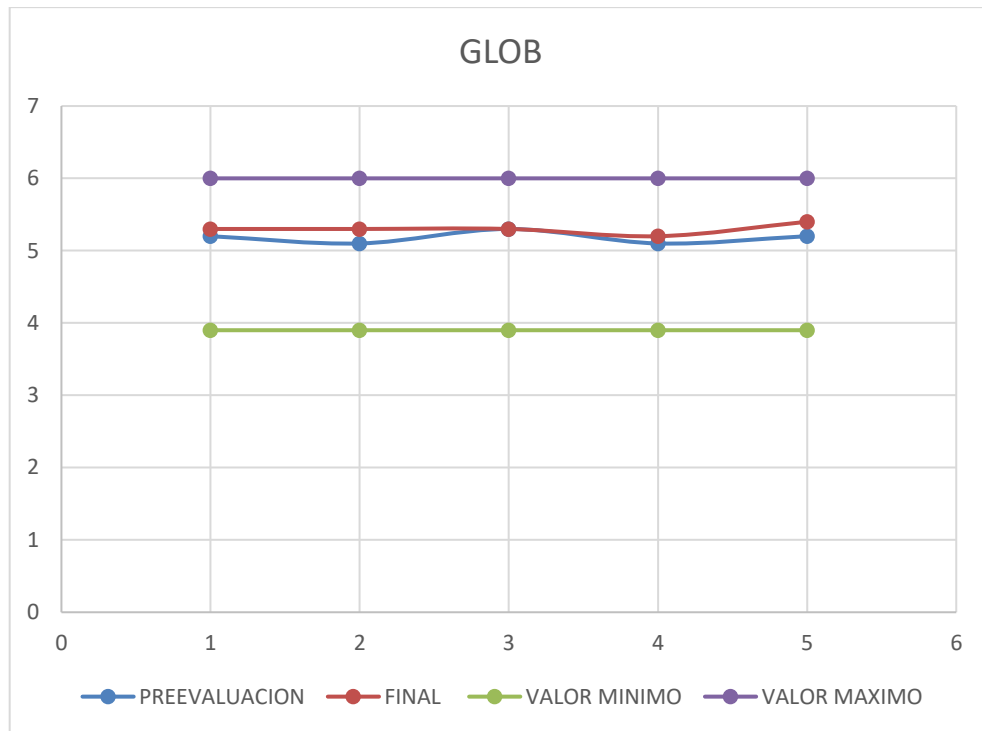
de información al respecto, así como este trabajo puede ser una contribución a una base de datos al futuro referente al cerdo pelón mexicano.

### 6.2.3. Química Sanguínea

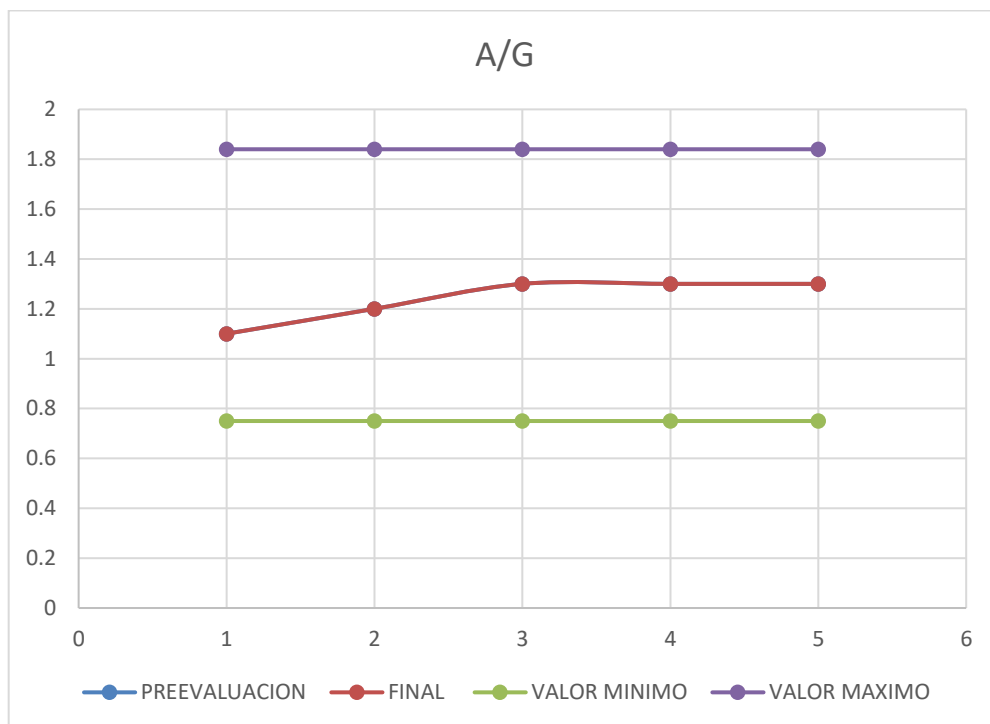
En el perfil químico por tratamiento, no se observó diferencias, ya que ambas evaluaciones se observaron dentro del parámetro normal, como se puede observar en el cuadro del Anexo 8 y 9, a continuación, en las Figuras 34,35,36,37...45 se describen los diferentes elementos analizados de los entre los tratamientos evaluados.



**Figura 34.** Perfil hematológico de Albumina (ALB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

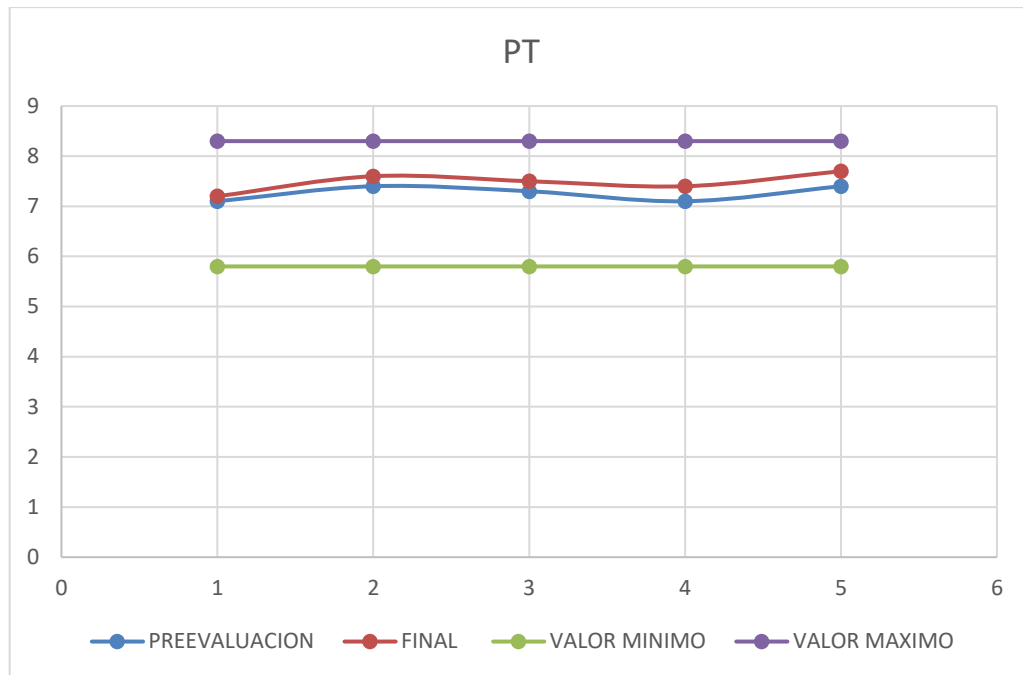


**Figura 35.** Perfil hematológico de Globulinas (GLOB) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



**Figura 36.** Perfil hematológico de Albumina/Globulina (A/G) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



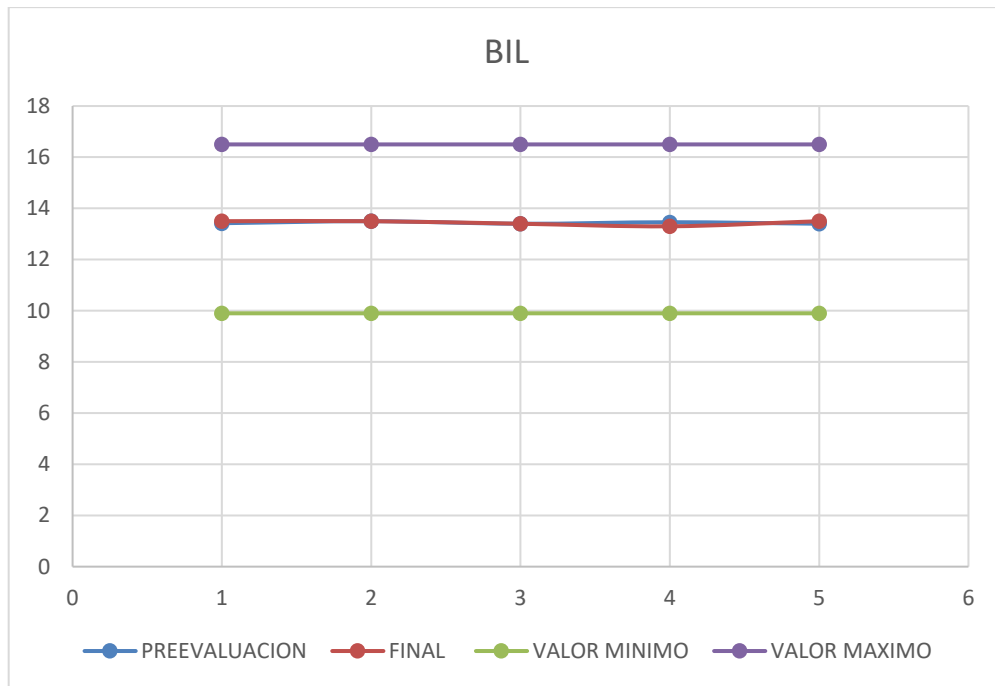


**Figura 37.** Perfil hematológico de Proteínas totales (PT) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

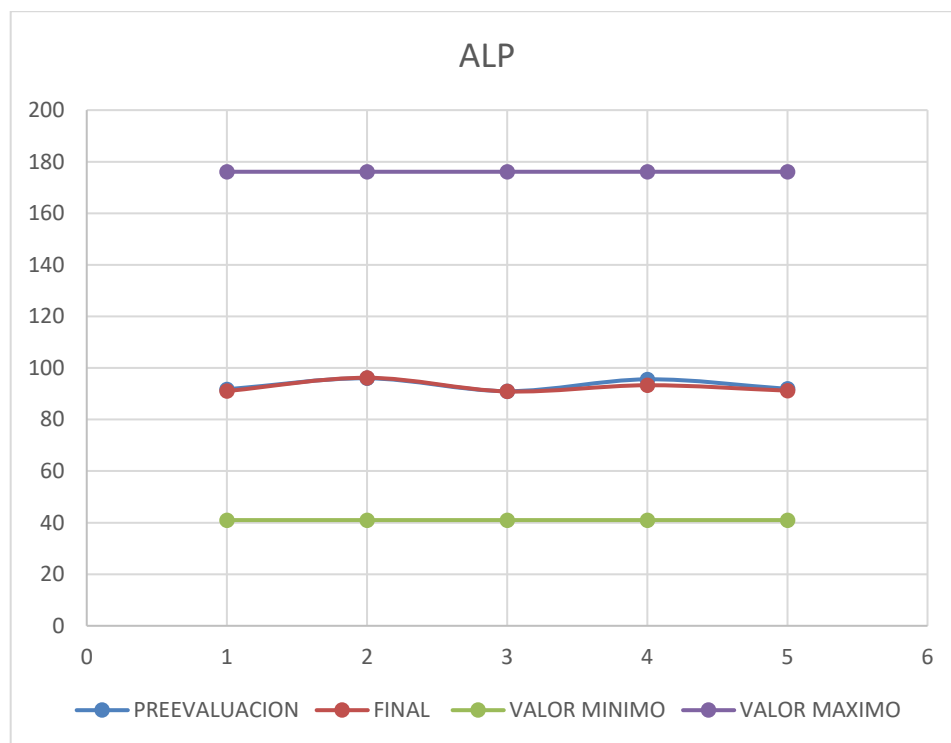
En las Figuras 34, 35 y 36, se observan los valores de Albumina y Globulinas, así como la relación A/G respectivamente, los cuales se encuentran dentro de los límites establecidos, se observan una diferencia entre tratamientos, pero no son relevantes ya que no hubo variación evidente entre evaluaciones y en ambos casos se encontraron dentro de los parámetros.

Habibu *et al.* (2017), mencionan que, a comparación de los animales adultos, los animales jóvenes aprovechan o sintetizan mejor las proteínas y algunas de ellas son liberadas en la sangre en forma de nitrógeno libre, lo que puede observarse en la Figura 37, donde se observa un ligero aumento en las proteínas totales las cuales aun estando en los límites establecidos, tuvieron ese fenómeno.

En la Figura 37 se observa los valores correspondientes a las proteínas totales que se encontraron en el suero de los animales evaluados y se encontraron dentro de los parámetros establecidos, en ambas evaluaciones, con base a los resultados de Albumina y Globulinas también analizadas, no se determina una alteración de estos elementos en la salud del animal con la alimentación de dietas con harina de cucaracha de Madagascar.



**Figura 38.** Perfil químico de Bilirrubina (BIL) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

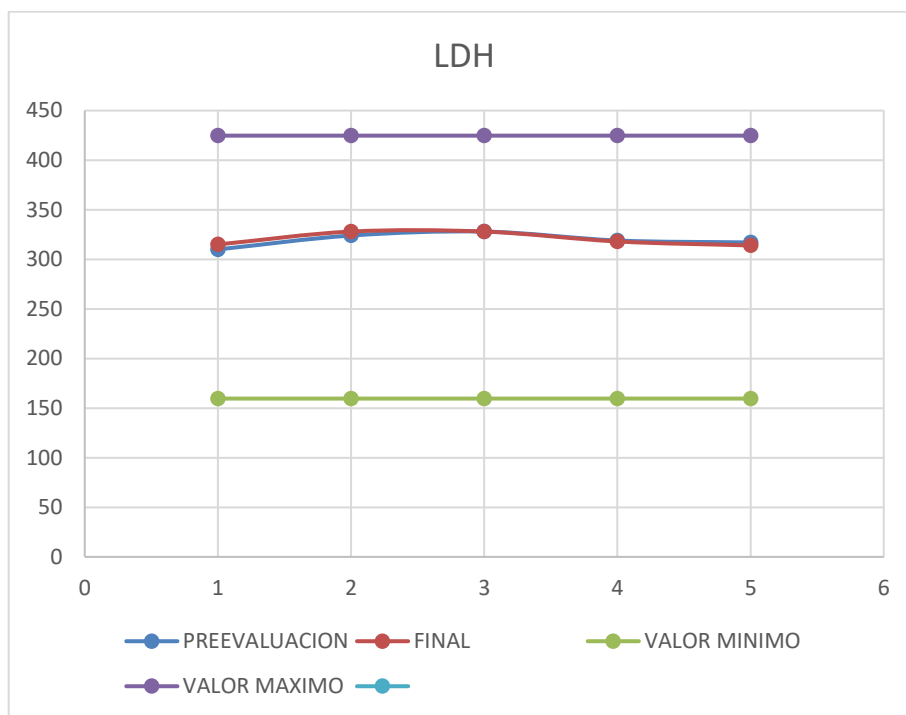


**Figura 39.** Perfil químico de Fosfatasa alcalina (ALP) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

Como se observa en la Figura 39 los valores obtenidos dentro los tratamientos y el grupo testigo se encuentra dentro de los parámetros establecidos, así como entre evaluaciones no se observó diferencias de interés dentro de este elemento, eliminando la sospecha de una anemia o algún problema de glóbulos rojos (Soraci *et al.*, 2010).

Mayengbam y Tolengkomba (2015), menciona la importancia del ALP en los cerdos criollos, ya que es una enzima que su principal función es descomponer las proteínas en el hígado, y su alto nivel es indicador de un exceso de proteínas o un daño hepático renal, en la Figura 39 los valores medios de ALP donde se encuentran dentro de los parámetros establecidos, en las dos diferentes evaluaciones.

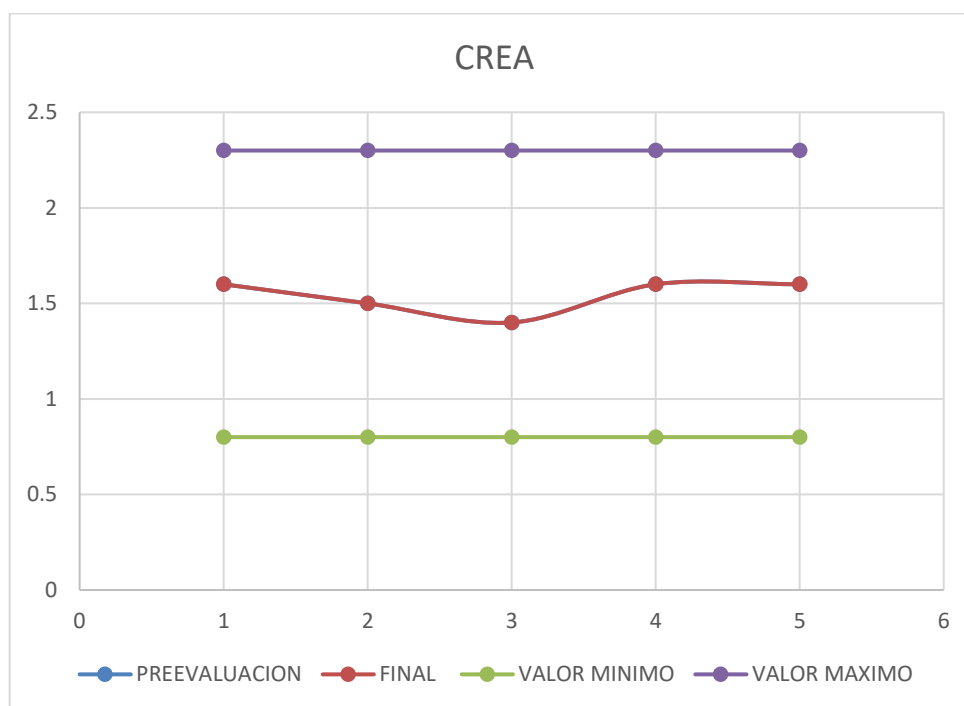
Con lo anterior se puede inferir que las proteínas de la harina de *Gromphadorhina portentosa* son digeribles en la cuestión metabólica y apoyándose en la idea con los elementos analizados como CREA, GOT, BUN y GTP , no interfieren en el daño hepático en lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



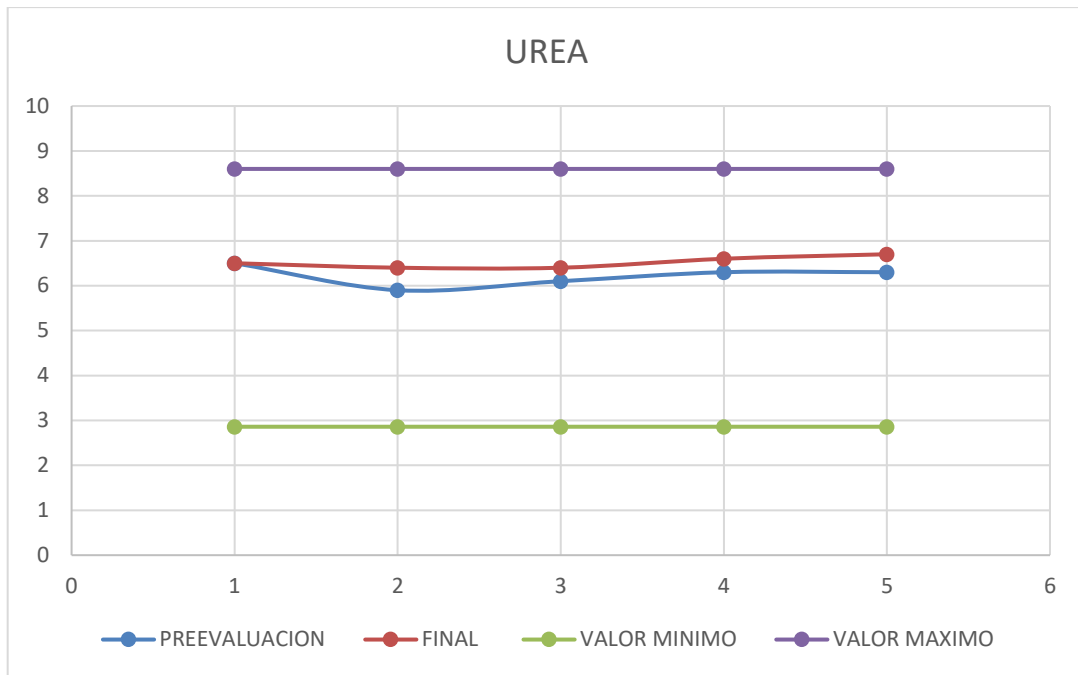
**Figura 40.** Perfil químico de Lactato deshidrogenasa (LDH) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

En la Figura 40 se tienen la media de los valores obtenidos por tratamientos antes y después de la alimentación de dietas con harina de cucaracha sobre los niveles de LDH en los lechones lactantes evaluados, y no se reportan variaciones importantes, por lo que se deduce que la harina de cucaracha de Madagascar no influye en la salud del lechón ya que ambas evaluaciones se encuentran dentro de los límites normales.

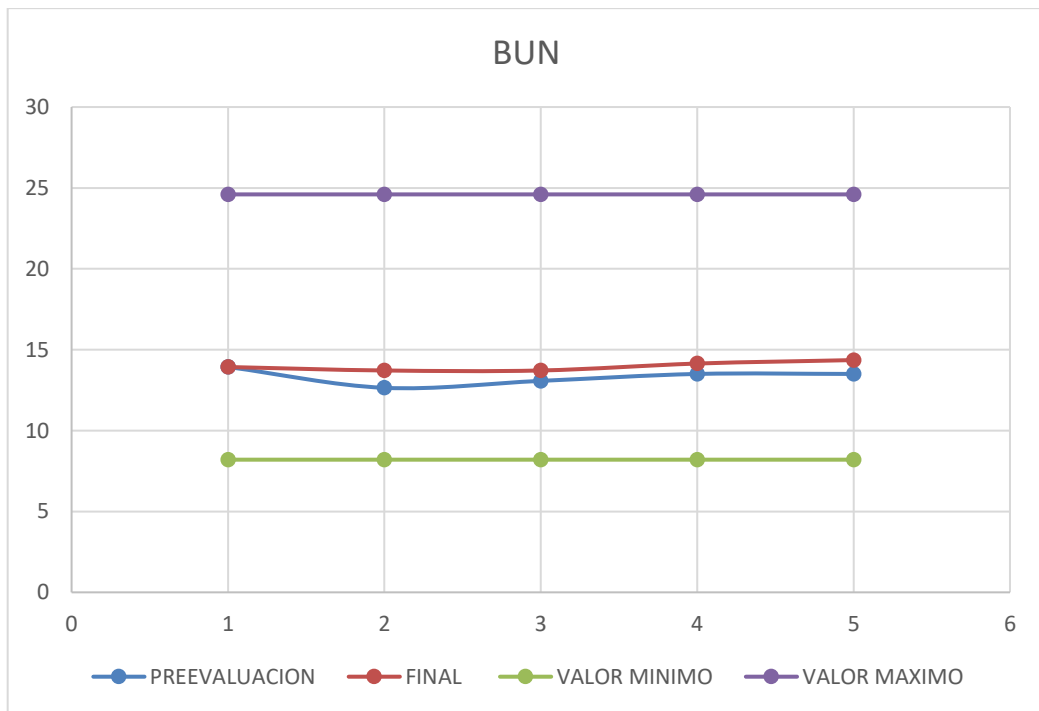
La LDH es un elemento principal para la detección de enfermedades infecciosas, las cuales podrían estar presentes por diversas razones (García *et al.*, 2017), Por los resultados obtenidos en la Figura 40, no se presentó ningún inconveniente en este aspecto por lo que la harina de *Gromphadorhina portentosa* no presento ningún inconveniente en la salud del animal de tipo infeccioso.



**Figura 41.** Perfil químico de Creatinina (CREA) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



**Figura 42.** Perfil químico de Urea (UREA) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

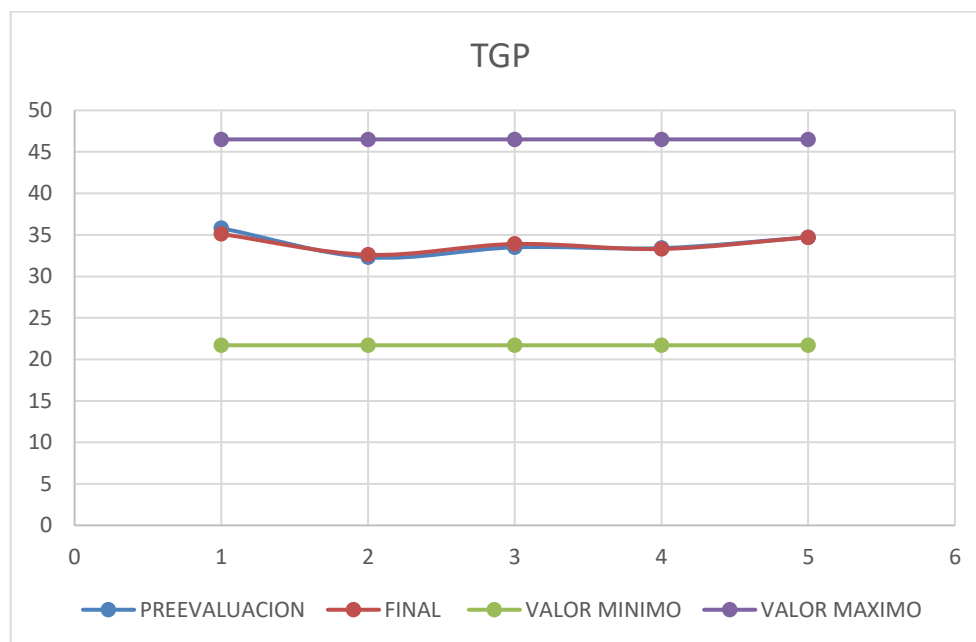


**Figura 43.** Perfil químico de Volumen de nitrógeno ureico (BUN) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

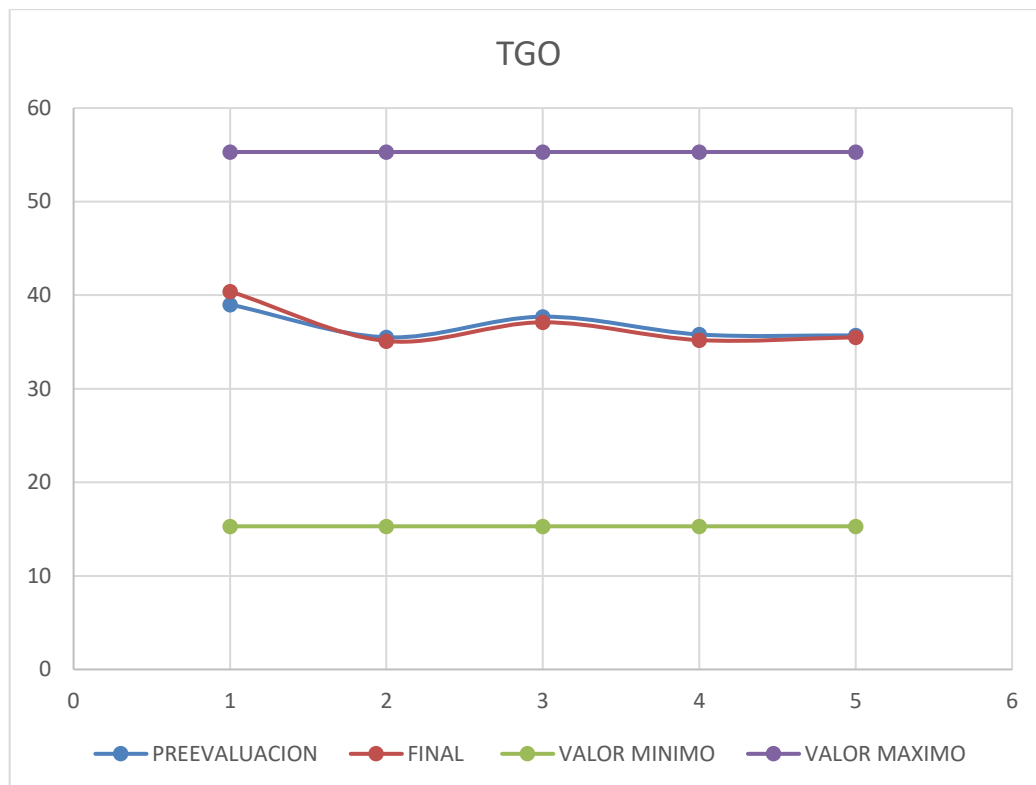
Una de los principales elementos en un perfil de química sanguínea, para determinar un buen aprovechamiento de la proteína, puede tomarse a consideración el nivel de Urea, Creatinina y Nitrógeno Ureico, ya que a través de estos elementos se proyecta una idea sobre el ciertas parte de nitrógeno no digestible que se desecha por suero, esencial en una dieta con alta proteína y en este caso con la proteína de la Harina de cucaracha de Madagascar (Palova *et al.*, 2017).

En la Figura 41 se observan los valores correspondientes a CREA, de los diferentes tratamientos, donde no hay diferencias entre evaluaciones y se encuentran dentro de los límites establecidos. Además, no existió alguna observación de interés entre los tratamientos donde se puede deducir que no hay diferencia de estos elementos con la concentración harina de cucaracha de Madagascar.

En la Figura 42 y 43, se observa una diferencia entre evaluaciones en los tratamientos con dietas en los elementos de UREA y BUN, teniendo una elevación en la evaluación después del periodo experimental, donde puede atribuirse al uso de la proteína de la harina de pescado y la harina de *Grramphadorhina portentosa* en forma de nitrógeno en sangre, consecuente al metabolismo de proteínas como lo menciona Fisher *et al.* (2013), que sucede con dietas altas en proteínas.



**Figura 44.** Perfil químico de Alanina aminotransferasa (TGP) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.



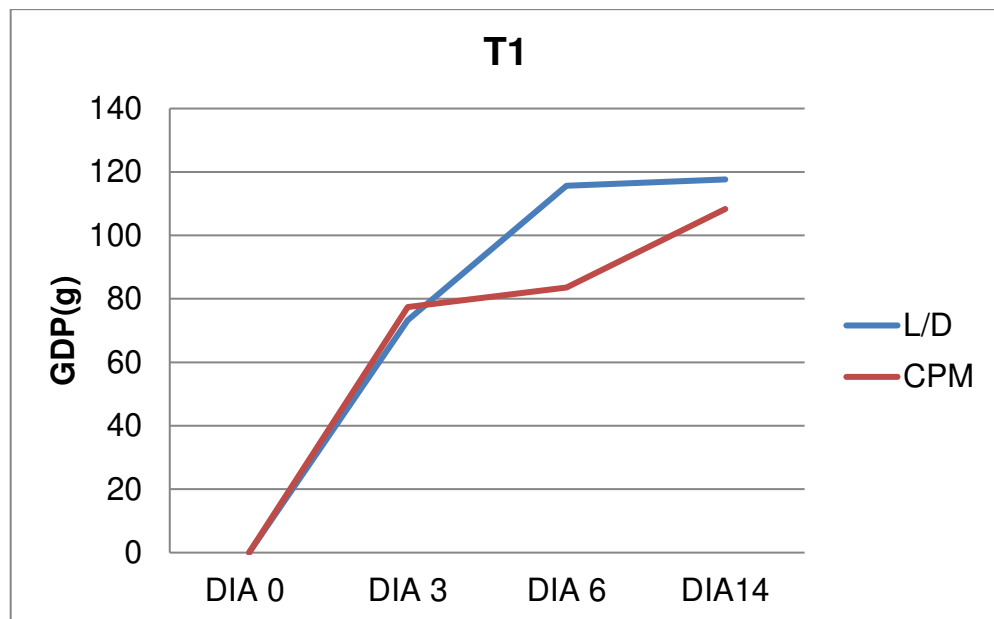
**Figura 45.** Perfil químico de Aspartato amonotrasnferasa (TGO) de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

Por lo anterior en la Figura 44 y 45 se observan los elementos TGO y TGP, que se encuentran dentro de los límites correspondientes, así como en las dos evaluaciones. Por lo que se puede inferir que el uso de harina de cucaracha de Madagascar en lechones lactantes sin importar la concentración no existe efecto relevante en el hígado como lo menciona Mayengbam *et al.* (2014).

La información sobre parámetros químicos en sangre para cerdo pelón mexicano es un campo muy poco explorado y una necesidad constante ya que estas razas criollas actualmente se están estudiando para su preservación, promoviendo su comercialización, de ahí la importancia de las herramientas para la salud y bienestar de estos animales (Fernández y Gómez, 2007).

### 6.3. Comparación de ganancia diaria de peso por tratamiento en las razas evaluadas

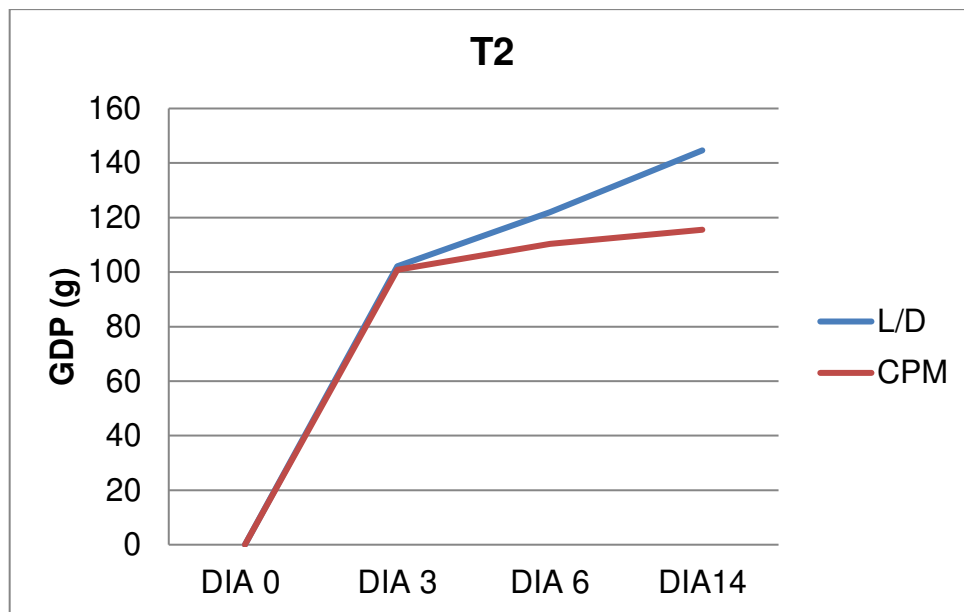
En el tratamiento 1 como se observa en el Figura 46 las medias una GDP de los lechones lactantes Landrace/Duroc a comparación con los lechones de cerdo pelón mexicano, Palomo (2012), menciona que la calidad nutricional de la leche es diferente entre razas y número de partos, por lo cual se puede atribuir esta diferencia de GDP a la calidad y cantidad de leche que se atribuye a la raza materna Landrace (Ávila *et al.*, 2012).



**Figura 46.** Comparación de medias de GDP del tratamiento 1 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.

En la Figura 47, se puede observar la GDP de los lechones lactantes Landrace/Duroc es mayor en la dieta con solo 25% en la sustitución de harina de pescado por harina de cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*), atribuyendo a la calidad de leche de la madre de línea comercial y sus características maternas a comparación de la cerda pelón mexicano (Lemus, 2010).

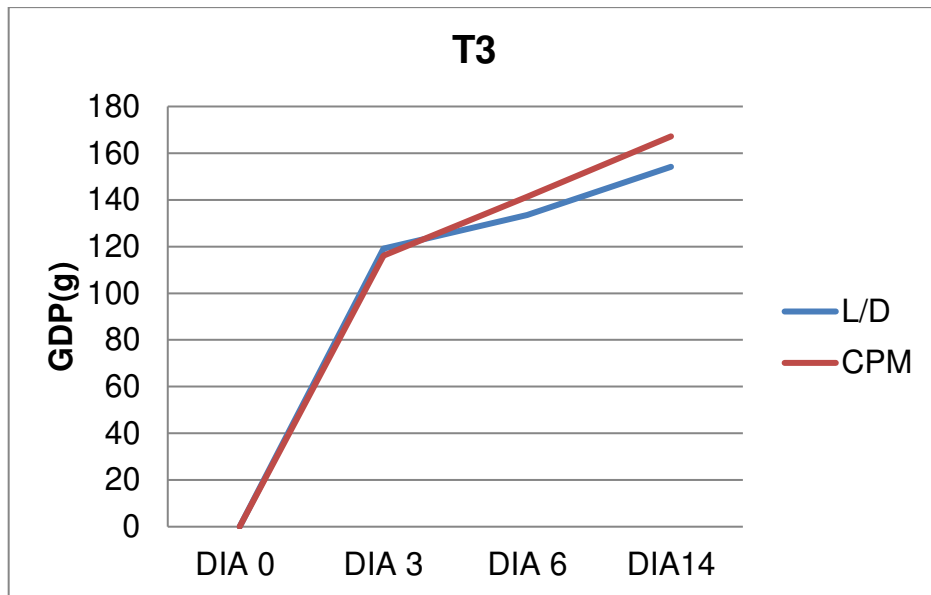




**Figura 47.** Comparación de medias de GDP del tratamiento 2 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.

El cerdo pelón mexicano se caracteriza por su alimento poco tradicional y su aprovechamiento de recursos naturales poco convencionales (FAO, 2014b), a esto se le puede atribuir el mejor aprovechamiento de la harina cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) y a consecuencia una mayor ganancia de peso de los cerdos pelones mexicanos en comparación con los lechones de raza comercial, como se puede observar en la Figura 48 y Figura 49.

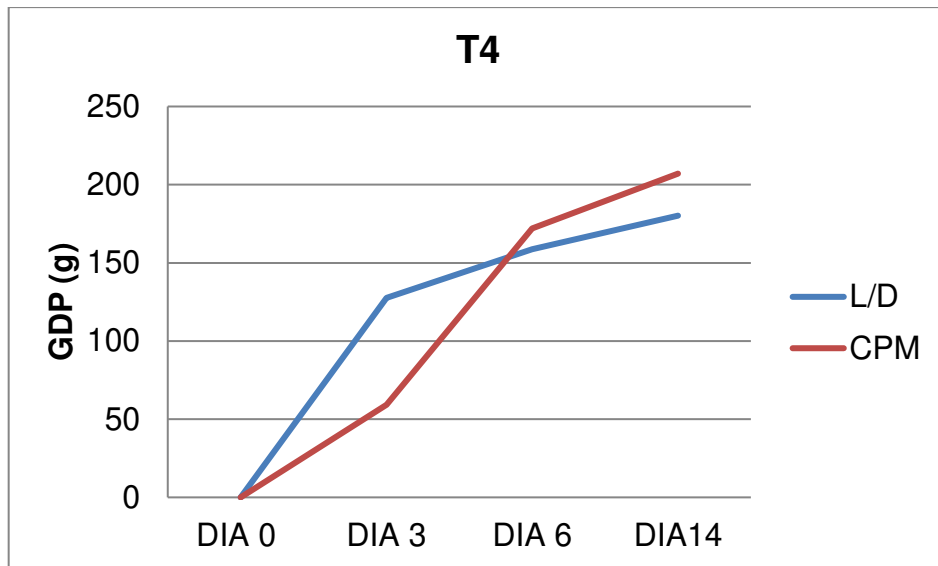
El bajo peso y el tiempo al destete es una desventaja en las razas rusticas de cerdos, ya que implica mayor mantenimiento y manejo de las cerdas durante la lactancia cuando ese tipo de cerdos se intenta producir de manera intensiva, lo cual es un dato muy equivocado ya que al implementar un manejo del lechón y una alimentación adecuada puede hacer la diferencia (Delgado *et al.*, 2000).



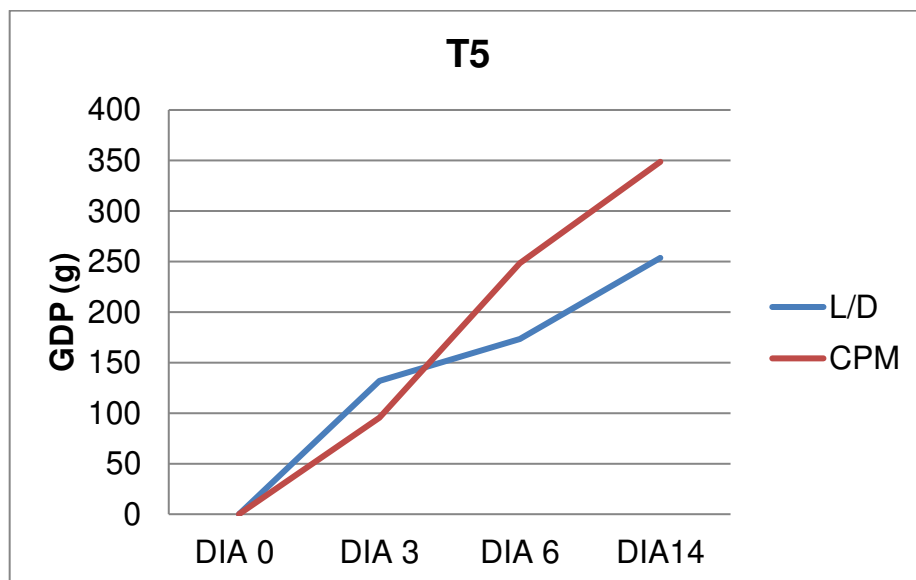
**Figura 48.** Comparación de medias de GDP del tratamiento 3 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.

Sierra, *et al.* (2016) en la ciudad de Yucatán, donde se reproduce el cerdo pelón mexicano nos menciona que esta raza de cerdo a pesar de ser rústicos y que su alimentación consta de forrajes, pueden ser aptas para alimento balanceado a sus necesidades y que estos pueden ser más productivos, al cubrir sus requerimientos nutricionales.

En la figura 50, se puede observar una clara diferencia en el tratamiento T5 donde al usar el 100% en la sustitución de harina de pescado, que es un ingrediente convencional en las dietas de cerdos, al ser sustituido con la harina de cucaracha el cerdo lactante, la dieta es ampliamente benéfica para la GDP de esta raza rústica, ya que cubre sus requerimientos, y el valor agregado que da el proporcionar cucaracha de Madagascar (*Gomphadorhina portentosa*) en su alimentación.



**Figura 49.** Comparación de medias de GDP del tratamiento 4 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.



**Figura 50.** Comparación de medias de GDP del tratamiento 5 en las diferentes razas evaluadas hasta el día 21 de vida.

Hernández, *et al.* (2018), nos menciona que un manejo adecuado de este recurso zogenético puede hacer la diferencia en la producción de cerdo pelón mexicano, ya que

el cerdo pelón tiene diversas características que pueden ser producidas de manera comercial.

#### 6.4. Precio total de las diferentes dietas experimentales

Una de las necesidades por las cuales se buscan alternativas en la alimentación animal es el costo-beneficio que puede otorgar dicha alternativa, por ello la viabilidad de la crianza y uso de insectos como fuente de proteína para los animales (Womeni *et al.*, 2009).

**Cuadro 23.** Costo de ingredientes usados en las dietas experimentales.

<b>INGREDIENTE</b>	<b>PRECIO \$/kg</b>
Sorgo	4.8
Maíz	4.8
Pasta de soya	8.8
Harina de pescado	<b>15</b>
Harina de cucaracha	<b>12.5</b>
Aceite de cártamo	16
Suero de Leche	55
Premezcla de Minerales	26

Como se observa en el Cuadro 25, la harina de cucaracha de Madagascar tiene un costo menor a la harina de pescado, Tacon *et al.*(2008) menciona muchas cualidades al sustituir la harina de pescado por la harina de insectos, dentro de los cuales se puede mencionar la cantidad lipídica, que es de gran beneficio en la acuicultura.

**Cuadro 24.** Costo por kg de cada dieta experimental aplicada en los diferentes tratamientos.

<b>DIETA EXPERIMENTAL</b>	<b>PRECIO (\$)</b>
D1	15.0429
D2	14.9804
D3	14.9179
D4	14.7929

En el Cuadro 26, se puede observar la diferencia en los diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*), en donde la D4 donde se sustituyó en su totalidad, tiene una diferencia de 25 centavos por kg de alimento en comparación con la D1 donde solo se usó la harina de pescado, lo cual se puede mencionar como un punto a favor del uso de la harina de cucaracha.

Van Itterbeeck y Van Huis (2012) mencionan que cada vez con la tecnificación e industrialización que se le dé a la producción de insectos el costo por kg de harina de insectos será cada vez más bajo y por lo tanto más viable, por el momento solo se puede mencionar las propiedades que esta harina contiene, pero que sin duda será una alternativa viable.

## VII. CONCLUSIONES

La implementación de dietas para lechones lactantes es una herramienta que aún necesita desarrollarse, en el mercado y en las diferentes producciones de cerdos, así como la alimentación a una edad temprana, así como los beneficios para la GDP y peso al destete en lechones lactantes de Landrace/Duroc.

En la alimentación del lechón lactante de Cerdo Pelón mexicano a una edad temprana es un manejo importante y poco desarrollado, por ser una raza poco convencional en producciones de alto nivel, pero que cada vez su estudio es más importante y en este trabajo se vio reflejado en GDP, mortalidad y peso al destete.

El uso de la harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) es una alternativa proteica, con grandes beneficios en la dieta de los lechones lactantes, demostrado en la GDP con una diferencia estadísticamente significativa, con el tratamiento en donde se sustituyó la harina de pescado.

El tratamiento T5 correspondiente en ambas situaciones a la dieta con la sustitución de harina de pescado por harina de *Gromphadorhina portentosa* tuvo mejores resultados q estadísticamente significativos que en comparación con los demás tratamientos, referente a GDP y peso al destete.

En la condición corporal de la cerda, se observó estadísticamente una diferencia significativa, en donde las cerdas del T5 tuvieron mejores resultados al momento del destete y una mortalidad del 0% en lechones destetados. La alimentación de lechones en la lactancia, es un factor importante en la condición física de la cerda.

En el consumo diario no se observaron diferencias estadísticamente significativas, las cuales al obtener el T5 una mayor GDP se sugiere una digestibilidad alta con el uso de la harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en las razas evaluadas.

En los análisis hematológicos y químicos en los cerdos lactantes de Cerdo Pelón Mexicano y Landrace/Duroc, no se encontraron alteraciones, en donde se vea perjudicado la salud del animal. Se puede concluir que la harina de *Gromphadorhina portentosa* no afecta en la salud del lechón, lo cual hace un ingrediente viable para dietas de lechones lactantes.

La dieta con harina de cucaracha tiene un costo menor, a comparación de la elaborada con harina de pescado, incluso si esta es sustituida de manera completa o en diferentes porcentajes y con mejores resultados en la GDP en lechones lactantes.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Almaguer G. C. 2003. Interpretación clínica de la biometría hemática. Medicina Universitaria. Vol. 4(18).
- Amaña A. R. E. 2019. Uso de hierro dextrano 100 y hierro dextrano 200 para la prevención de anemia en lechones recién nacidos. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Quito. UCE. Pp 93.
- Anaya P. M. A. y Bautista Z. R. 2008. El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. pp. 167-183.
- Arango G. P. 2005. Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 2. pp. 33-37.
- Arango G., Vergara, R. y Mejía H. 2004. Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la Harina de Larvas de *Hermetia illucens* L en Angelópolis. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. Vol. 57(2). pp. 1-2.
- Álvarez E. 2006. La salud pública veterinaria en el siglo XXI. Biomedicina. Vol. 2(2). pp. 180-185.
- Álvarez R. J. y Medellín R. A. 2005. *Sus scrofa* (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en la universidad Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F
- Ávila, V.E. 2012. Mejoramiento genético y manejo de la hembra porcina. Trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. pp: 9.
- Araque H. 2009. Sistemas de producción de cerdos. Universidad Central de Venezuela. Macaray. pp.49.
- Balén E.M., Sáez J. A., Cienfuegos C. M., Ferrer J. V., Herrera J. y Lera J. M. 2000. Anatomía del cerdo aplicada a la experimentación en cirugía general. ResearchGate. pp. 5.
- Beaulieu A. D., Aalhus J. L., Williams N. H. y Patience J. F. 2010. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. Journal Animal Science. Vol. 88. pp. 2767-2778.



- Becerril H.M. 2009. Caracterización y composición de la canal del cerdo pelón mexicano variedad mizantla. UNAM. México,D.F. pp. 85.
- Beltran R. G., Velazquez E. H. y Perez J. E. 2011. Practicas alimenticias en lechones en lactación y post destete (parte 1). Los porcicultores y su entorno. Vol. 13(76). pp. 154-160.
- Beruvides A., Elías A., Valiño E. C., Milián G., Rodríguez M. y Gonzáles R. 2018. Comportamiento productivo y de salud en lechones lactantes suplementadas con azucar fermentado con yogurt. Livestock Research for Rural Development. Cuba. Vol. 30 (4). pp. 1-5.
- Burdge G. C., Jones A. E. y Wotton S. A. 2002. Eicosapentaenoic and docosapentaenoic Acids are the principal products of alpha-linolenic acid metabolism. Br. J. Nutr. Vol. 88. pp. 355-363.
- Campabadal P. D. C. 2009. Alimentación de cerdos de Mercado. Guía técnica para alimentación en cerdos. Imprenta Nacional. pp. 37-40.
- Caro Y. y Dihigo L. E. 2012. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluían harina integral de dólido y mucuna. Rev. UNELLEZ Ciencia y Tecnología. Cuba. Vol. 30 pp. 29-35.
- Canibe N. 2007. Alimentacion de lechones. Sistemas de alimentación y aditivos en el pienso de iniciacion. Curso especializado de FEDNA XXIII. pp. 179-212.
- Canul, S.M., Sierra V.A., Martínez M.A., Ortiz O.J., Delgado J.V., Vega-Pla J.L. y Pérez G.F.2005. Caracterización Genética Del Cerdo Pelón Mexicano Mediante Marcadores Moleculares. Archivos De Zootecnia. Vol. 54 (206-207).pp. 268.
- Cenobio, S. L. 1993. Evaluación del Comportamiento Reproductivo de un Lote de Cerdas Pelón Mexicano en la Etapa de Lactancia en el Altiplano. FMVZ, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F
- Chapinal N., Dalmau A., Fábrega E., Manteca X., Ruiz de la Torre J. L. y Velarde A. 2007. Bienestar del lechón en la fase de lactación, destete y transición. Av. Tecnol. Porc. Vol. 3(4): pp. 77-89.

- Chu G.M y Song Y.M. 2013. Growth Performance, Blood Characteristics and Immune Responses of Fattening Pigs in Different Seasons. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. Vol. 8.pp. 691-702.
- Church D., Pond W. y Pon K. 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Segunda Edición. Editorial Limusa. México. pp. 26.
- Chivangulula M., Torres V., Morais J., Nalissimo M. J. y Gabriel R. 2013. Evaluación multivariada del sistema de producción porcino familiar en Kaála, Angola. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 47. Núm. 3. pp. 279-282.
- Clemente I., Membrillo A., Azor P.J., Polvillo O., Juárez M., Santos E., Jiménez A.M., Diéguez E. y Molina A. 2008. Caracterización de la diversidad genética intrarracial del cerdo Ibérico. Información Técnica Económica Agraria. pp. 104, 314-322.
- Colina J. J., Rico D. , Araque E. H., Rueda E., León V. M., Tovar L. C. y Rossin M. 2010. Hematology, Blood Metabolites and Organ Weights of Growing Pigs Fed Peach-Palm Meal (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and Lysine . Rev. Fac. Ca. Vets. UCV. Vol.51(1). pp. 51-62.
- Contreras M. R. N. 2018. Uso de Harina de Cucaracha de Madagascar (*Grompadorina portentosa*) como fuente de proteína para la alimentación de pollos. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México.
- Correa J. C. S., López A. A. y Rivera, J. L. S. (2007). Evaluación de tres modelos y factores de riesgo asociados a la mortalidad de lechones al nacimiento en el trópico de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. Vol. 45(2). pp. 227-236.
- Cranston P. J. y Gullan P. S. 2005. The insects an outline of Entomology. USA. Editorial Blakwell. pp. 2-3, 10-13, 135.
- Cuevas S., Ramos E. J. y Pino, J. 1998. Insectos comestibles del Estado de México. Anales Inst. Biol. Univ. Autón. México. Vol. 69(1). pp. 65-104.
- Cuevas V. J. 2019. Carne de cerdo, oportunidad de crecimiento en México. El Economista. Vol. 2. pp. 1-3.

- Czech A., Klebaniuk R., Grela E.R., Samolińska W. y Ognik K. 2017. Polish crossbred pigs' blood haematological parameters depending on their age and physiological state. *Animal Science*. Vol. 56(2). pp. 185–195
- Dal Masetto M. L., Vidales G., Echeverria L. y Bereterbide J. 2012. Evaluación de los niveles de hemoglobina en lechones lactantes provenientes de sistemas de producción de cerdos de ciclo completo a campo y en confinamiento. *Veterinaria Argentina*. Vol. 29(289). pp.1-5.
- De Haro D. C., 2015. Evaluación de la harina de insectos como fuente alternativa a la harina de pescado en piensos para acuicultura. Universidad de Almeria. España. pp.201.
- De la Torre E. J. M. 2008. Respuesta de lechones lactantes a la alimentación con fase I y fase II y un estimulante nutricional. Universidad Autónoma Agraria. División ciencia animal. Coahuila, Mexico. pp.75.
- Delgado J.V., Barba C., Diéguez E. y Cañuelo P. 2000. Caracterización exteriorista de las variedades del cerdo ibérico basada en caracteres cualitativos. *Archivos Zootecnia*. Vol. 49 . pp. 201-207.
- Dyce K. M. 2007. Anatomía Veterinaria. Tercera Edición. Manual Moderno. México. pp. 920.
- Estupiñán K., Vasco D., Barreto S. y Zambrano K. 2009. Estudio morfoestructural de una población de cerdos naturalizados en los Cantones Valencia y La Maná, Ecuador. *Ciencia y Tecnología* Vol. 2. pp. 15-20.
- Fan M.Z. 2002. Growth and ontogeny of the gastrointestinal tract. *Gastrointestinal physiology and nutrition*. Nottingham University Press. pp. 31-60.
- FAO. 2010a. Manejo Sanitario Eficiente de los Cerdos. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA).pp.40.
- FAO. 2010b. Manejo del cerdo recién nacido. Manejo sanitario eficiente de los cerdos. PESA. pp. 38.
- FAO. 2013a. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture – Micro-organisms and Invertebrates. Disponible en: [www.fao.org/nr/cgrfa/cthemas/cgrfa-micro-organisms/en](http://www.fao.org/nr/cgrfa/cthemas/cgrfa-micro-organisms/en).

- FAO. 2013b. Overview on aquaculture and fish farm feeds (including some insect species) of World Fisheries and Aquaculture. Disponible en: [www.fao.org/fishery/topic/13538/en](http://www.fao.org/fishery/topic/13538/en).
- FAO. 2014a. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular nutrition and food research*. Vol. 57(39). pp. 1-5.
- FAO. 2014b. Cerdos y recursos zoogenéticos. Producción y sanidad animal. Departamento de agricultura y protección al consumidor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado en línea el 10 de noviembre del 2018. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AnGR.html>
- FAO .2019.Producción y comercio mundial de carne de cerdo en 2018. *Economía*. Vol. 25. pp. 1-6.
- Fernández A. 2014 a. Materias Primas Alternativas I. De *agriNews* Sitio web: <https://agrinenews.es/2014/03/20/materias-primas-alternativas>. Fecha de consulta: 14 de junio 2019.
- Fernández A. 2014 b. Uso de insectos como fuente proteica en la alimentación animal. *AgriNews* Sitio web: <https://agrinenews.es/2014/03/17/uso-de-insectos-como-fuente-proteica-para-la-alimentacion-animal>. Fecha de consulta: 13 de junio 2019.
- Fernández de Sierra G. y Gómez C.A.G. 2007. Caracterización, utilización y conservación de los recursos zoogenéticos locales. *Archivos de Zootecnia*. Vol. 56. pp. 377-378.
- Fisher K. D., Scheffler T. L., Kasten S. C., Reinholt B. M., van Eyk G. R., Escobar J., Scheffler J. M. y Gerrard D. E. 2013. Energy dense, protein restricted diet increases adi-posity and perturbs metabolism in young, genetically lean pigs. *PLoS One*. Vol. 8. pp. 72320.
- Flores V. C. A. 2001. El uso del nopal como forraje en el mundo. En Flores V. C. A. *Memorias del curso-taller El nopal forrajero, una alternativa alimentaria para el ganado*. Guadalupe, N.L. 19 de abril de 2001.
- Flores V. C. A., Esparza F. G., Valdez C. y Méndez G. S. 2004. Los nopales y la lucha contra la desertificación. *El nopal: tópicos de actualidad*. pp. 167-182.

- Fortozo M. I. 2016. Principales causas de mortalidad perinatal por manejo de lechones. Universidad autónoma del estado de México. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Toluca, México.
- Friendship R., Lumsden J., McMillan I. y Wilson, M. 1984. Hematology and Biochemistry Reference Values for Ontario Swine. Can J Comp Med. Vol. 48.pp. 390-393.
- Gad S. 2014. Clinical Chemistry. Biomedical Sciences.
- García A. A, Rosas D. M., Santoyo S. A., Salcedo R. M. y Ramos P. C. O. 2017. Deshidrogenasa lactica como factor pronostico en neumonías. Med Int Mex. Vol. 33 (5). pp. 563-571.
- García C. R. 2002. Producción Porcina. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 69-76.
- García G. J. S., Herradora L. M. A. y Martínez G. R. G. 2011. Efecto del número de parto de la cerda, la caseta de parición, el tamaño de la camada y el peso al nacer en las principales causas de mortalidad en lechones. Revista mexicana de ciencias pecuarias. Vol. 2(4). pp. 403-414.
- Gaucín D. 2019. Carne de cerdo, un sector con perspectivas de expansión. El economista. Vol.2. 1-3pp.
- Getty R. 2002. Sisson y Grossman, Anatomía de los animales domésticos. Tomo II. Quinta Edición. Masson, S.A. México. pp. 1398-1412.
- Ghio M. y Lucero de la Sota M. N. 2014. Actualización sobre mejoramiento genético porcino en el mundo y en la república de argentina. Facultad Agronómica. UNL. pp. 83.
- Gongora M. M. I., Sarmiento L. F., Segura C. J. y Santos R. R. H. 2004. Evaluation of the pertinence of applying system. Vet.Mex. Vol.35 (4). pp. 288-294
- Gonzáles O. G., Camps N. D. y Quintana H. 2000. Fisiología Digestiva. Buenos Aires. pp. 73.
- Gonzáles C. M. A. 2018. Evaluación de tres protocolos de alimentación en cerdas post parto bajo condiciones climáticas de el Asintal, Retalhuleu. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Guatemala. pp. 53.

- González V.L., Rodríguez L. J., Lachica M. y Fernández F. I. 2015. Contribution of portal-drained viscera to heat production in Iberian gilts fed a low-protein diet: comparison to Landrace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 96(4). pp. 1202-1208.
- Greiner L., Seichana P., Usry J. L., Neill C., Alle G. L., Connor J., Touchette K. J. y Knight C. D. 2018. The use of feed-grade amino acids in lactating sow diets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. Vol. 9 (3). pp. 8.
- Guerra, P. A. y Mason, A. C. 2005. Information on Resource Quality Mediates Aggression between Male Madagascar Hissing Cockroaches, *Gromphadorhina portentosa* (Dictyoptera: Blaberidae). En *Ethology III*. Berlin: Blackwell Verlag. pp. 626-628.
- Habibu B., Abdullahi A., Yaqub L.S., MakunH.J., KawuM.U. y Ahmadu S. 2017. Variations in platelet count and total protein in relation to differences in sex, age, breed and reproductive status of goats during the cold-dry season (harmattan). *Journal of Dairy, Veterinary and Animal Research*. Vol. 5(3).pp.89-94.
- Hernández A. A., García M. C. A., Valencia P. M., Gutierrez C. A. J., García M. A. M., Gomez S. J. A. y Morales F. S. Estudio de cerdos criollos mexicanos para instalación del centro de conservación en la Universidad de guanajuato, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. Vol.12 (2018). pp. 77-84
- Hendrix C.M., McClelland C.L., Thompson I., Maccabe A.T. y Hendrix C.R. 2005. An interprofessional role for veterinary medicine in human health promotion and disease prevention. *Interprof care*. Vol.19. pp. 3-10.
- Hincapié J. J. 2004. *Anatomía y fisiología de los animales domésticos*. Honduras. Litocom. pp. 581.
- Herrera H. 2015. Sustratos gluconeogénicos y energía en la nutrición porcina. *Los poricultores y su entorno*. Vol. 18 (110). pp. 18-24.
- Ježek J., Starič J., Nemeč M., Plut J., Golinar O. I., Klinkon M., et al. 2018. The influence of age, farm, and physiological status on pig hematological profiles. *J Swine Health Prod*. Vol. 26(2).pp. 72-78.
- Kaneko J. y Cornelius C. E. 1971. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 2ed. Academic Press. New York. pp. 161-221.

- Lackeyram D., Yang C., Archbold T., Swanson K.C. y Fan M. Z. 2010. Early Weaning Reduces Small Intestinal Alkaline Phosphatase Expression in Pigs. *J. Nutr.* Vol. 140(3).pp. 461-468.
- Lemus, F. C., Ramírez R., J. C., Hernández B., J. A. y Hernández H., J. C. 2000. Efecto de la aplicación parenteral de hierro dextrán sobre el crecimiento en lechones criollos lactantes criados en sistema semi-extensivo. Sexta Jornada de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Nayarit. pp. 19-21
- Lemus, F. C., Herrera H., J. G., Villagómez Z., D. A. F., de la Barrera, L. J., Rodríguez C., J. G. y López, L. E. 2002. Comportamiento del crecimiento del Cerdo pelón Mexicano en cruzamiento con razas comerciales. Memorias del XXXVII Congreso Nacional AMVEC. Puerto Vallarta, Jal. pp. 144-146.
- Lemus, C y Ly, L. 2010. Estudio de sostenibilidad de cerdos mexicanos pelones y cuinos, la iniciativa nayarita. *Revista computarizada de producción porcina.* Vol. 17(2). pp. 89-98.
- López. S.L. 2016. Blood cytometry. *Acta pediátrica.* México. Vol. 37(2).
- Lozano H. C. 2013. Sistema alimentador, reductor de estrés, para cerdos en desarrollo durante el proceso productivo de la porcicultura. Universidad catolica pereira. Facultad de Arquitectura y Diseño. España. pp. 100.
- Linares V., Linares L. y Mendoza G. 2011. Ethnic -Zootechnic characterization and meat potential of *Sus scrofa* "creole Pig" in Latin America. *Scientia agropecuaria.* pp. 97-110.
- Liu H., Yi R., Wang C., Zhao P., Zhang M., Xu S. 2018. Behavior and physiology of two different sow breeds in a farrowing environment during late 35-day lactation. *PLOS ONE.* Vol.13 (5). pp. 1-5.
- Ly J. 2008. Una aproximación a la fisiología de la digestión de cerdos criollos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* Vol. 15(1): pp. 13-23.
- Mariella J., Pirrone A., Gentilini F. y Castagnetti, C. 2014. Hematologic and biochemical profiles in Standardbred mares during peripartum. *Theriogenology.* Instituto de Ecología. México. Vol. 81(4). pp. 526-534.
- Mavromichalis I. 2006. *Applied nutrition for young pigs.* Kansas, USA. Cabi. pp. 297.

- Mayengbam P. y Tolengkomba T.C. 2015. Seasonal variation of hematobiochemical parameters in indigenous pig: Zovawk of Mizoram. *Veterinary World*. Vol. 8(6). pp. 732-737.
- Mayengbam P., Tolengkomba T.C. y Ayub Ali M. 2014. Hematological Profile of Zovawk – an indigenous pig of Mizoram. *VeterinaryWorld*. Vol. 7(7).pp. 505-508.
- Mendoza E. J. A. 2018. Inclusión de Lipfeed como fuente de energía de dieta de cerdas gestantes y lactantes. Escuela agrícola panamericana. Honduras. pp. 24.
- Miller, E. R., Duane, E. U. 1986. Anemia en lechones. Universidad del Estado de Michigan. *Porcrama*. Vol. 3. pp. 25-33.
- Montero L. E. M., Martínez G. R. G., Herradora L. M. A., Ramírez H. G., Espinosa H. S., Sánchez H. M. y Martínez R. R. 2015. Alternativas en la Producción porcina a pequeña escala. UNAM. México. 208 pp.
- Montiel V. C. 2013. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets: a feasibility study. *Wageningen UR livestock Research*. Vol. 14. pp. 19-25.
- Montoya N. A. L. 2017. Valores bioquímicos indicadores de funcionamiento hepático y renal en perros clínicamente sanos clasificados por edad género. Maestría en Ciencias Veterinarias. UAA. Pp. 135.
- Noone, Y. 2019. Sushi is the gateway food to eating insects: study. *Food Quality and Preference*. Vol.3(13). pp.1-3.
- NRC. 2012. Nutrient requirements of swine: 10th Revised Edition. pp 210.
- OCDE. 2019. Exámenes de mercado en México: Estudio de caso del mercado de la carne de cerdo. México. pp. 136.
- OECD/FAO. 2018. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. pp 112.
- Palomo Y. A. 2010. Mortalidad en lechones predestete. *Patologías SETNA Madrid*. pp. 44-56.
- Palomo Y. A. 2011a. Fisiología digestiva de la eficiencia alimentaria. *CYS*. Vol. 45. pp. 58-61.



- Palomo Y. A. 2011b. Nutrición aplicada en las cerdas lactantes. SETNA nutrition. Madrid. pp. 24-30.
- Palomo Y. A. 2014. Condición corporal en porcinos. Interacción nutrición y reproducción. Revista Veterinaria. Argentina. Vol. 36(373). pp. 1-3.
- Palova N. , Marche Y., Nedeva R., Nakev Y. Krusheva D. Slavov T. Nedeva I. y Popova T. 2019. Hematological and serum biochemical profile in eat balkan pigs at different age and seasons. Int Jour. Vol.4 (3). pp. 164-175
- Paredes G.F., Rosado A.J.A., Acosta V.K.Y., Ortega P.I.B., Hernández C.I.B., Guzmán M.E. y Jiménez C.M. 2016. Seroprevalence and parasite load of *Toxoplasma gondii* in Mexican hairless pig (*Sus scrofa*) tissues from the Southeast of Mexico. Veterinary Parasitology. México.
- Pascual V., Garrido D. y Gonzales P. 2016. Concepto basicos de nutrición de lechones. Nutrición Animal. MIAVIT. pp. 16-20.
- Pedersen L. J., Jorgensen E. L., Heiskanen T. y Damm B. I. 2006. Early piglet mortality in loose-housed sows related to sow and piglet behavior and the progress of parturition. App Anim Behav Sci. Vol. 96. pp. 215-232.
- Peri A.M. 2015. An investigation of various hematological and biochemical parameters to assess the health of nursery pigs. Guelph. Ontario, Canada
- Pérez A. A., García M. A. M., García M. C. A., Ibarra J. L. A. y Gastelum F. W. K. 2019. Análisis Nutricional y Aminoácidos de Harinas de *Tenebrio molitor*, *Gromphadorhina portentosa*. INECOL. pp. 1-20.
- Pérez E. R. A., Estepa J. C. y Mendoza F. J. 2012. Alteraciones cuantitativas de serie blanca. Portal Veterinaria. Universidad de Cordoba. España. pp.1-3
- Pérez F. A. 2010. Prácticas de manejo del lechón en maternidad: estrategias para mejorar su sobrevida y aumentar la productividad. Revista electrónica de Veterinaria. Argentina. Vol. 11(1): pp. 21.
- Quiles A. y Hevia M. 2003. Anemia de los lechones. Ganadería. Vol. 19. pp.20-22.

- Quiles A. y Hevia M. L. 2006. Factores que afectan la tasa de mortalidad neonatal de los lechones. Albeitar Online. Murcia, España. Vol. 300 (71). pp. 1-5.
- Quiles, A. y Hevia M. L. 2011. Papel de los ácidos grasos Omega 3 en la alimentación del cerdo. CYS. Vol. 36. pp. 36-62.
- Quiles S. A. 2004. Factores que inciden en la mortalidad neonatal en los lechones. Producción Animal. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Ramírez Z. G. y Gil C. F. 2008. Anatomía interactiva del cerdo. Universidad de Murcia. pp. 2945-2008.
- Ramírez M. S., García M. C. A. y García M. A. M. 2018. Nutracéuticos: uso de harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en la alimentación de pollos en etapa de desarrollo. Verano de Investigación Científica. Vol. 4 (1). pp. 1-3.
- Ramírez M. S. 2018. Análisis composicional y microbiológico de la cucaracha de Madagascar para la alimentación animal. Universidad de Guanajuato. Facultad de veterinaria y zootecnia. México.
- Ramos E. J. 2013. Insectos como fuente de proteína y sus aplicaciones. Memorias del XXX Congreso de la Sociedad de Entomología. p. 38.
- Reis S. T. C., Guerrero C. M. J., A., Aguilera B. A. y Mariscal L. G. 2005. Efecto de diferentes cereales sobre la morfología intestinal de lechones recién destetados. Tecnología Pecuaria México. Vol. 43 (3). pp. 309-321.
- Revuelta R. L. y Illera del Portal J. C. 2007. Intervalos de referencia de ciertos valores hematológicos en cerdos de raza China y de raza Ibérica. Unaporc. Vol.43. pp. 45-49.
- Rincker M. J., Carter S. D., Real D. E., Nelssen J. L., Tokach M. D., Goodband R. D. y Owen K. Q. 2003. Effects of increasing dietary L-carnitine on growth performance of weanling pigs. Journal of animal science. Vol. 81(9). pp. 2259-2269.

- Roa V. M. L., Ladino R. E. A. y Hernandez M. M. C. 2017. Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argenta* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Pastos y Forrajes*. Vol. 40 (2). pp.144-151.
- Rodríguez B. J. C. 2006. Identificación de los factores asociados a la mortalidad de lechones lactantes en una granja porcina en el estado de Yucatán. *Rev Biomed*. Vol. 3. pp. 147-152.
- Rosas G. E. 2013. El impacto que tiene el peso del lechón al nacer y el tamaño de la camada, sobre su desempeño productivo. México. pp. 147.
- Rortveit R., Saevik B. K., Eggertsdottir A. V., Skancke E., Lingaas F., Thoresen S. y Jansen J. H. 2015. Age-related changes in hematologic and serum biochemical variables in dogs aged 16-60 days. *Vet Clin Pathol*. Vol.44(1). pp.47-57.
- Rumpold, B. A. y Schlüter, O. K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects, *Molecular Nutrition and Food Research*. EUA. Vol. 57(3).
- Sánchez E. F., Arce C., García M. A., Sánchez R. M. y Rodríguez E. V. 2010. Revisión de ganancia media diaria de peso en las fases de lactación a cría del cerdo Iberico: parámetros de referencia. Universidad de Córdoba. España. pp.1-10.
- Sangeado C. A. 2003. El lechón y su destete. Monografía de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Santos S. L. 2005. Efecto de la adición de nopal a la ración de cerdas lactantes. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 56.
- Schalm O. W, Jain N. C. y Carroll E. J. 1981. *Hematología Veterinaria*. 1 ed. Editorial hemisferio sur. Argentina. pp .89-228.
- Schettini Z. L., Li E. O., Gálvez C. H., Montoya G. E. y Sánchez P. N. 2005. Perfil bioquímico sanguíneo hepático y renal en el sajino criado en cautiverio en la amazonia peruana. *Revista de investigación veterinaria*. Perú. Vol. 16 (2). pp. 175-179.
- Schlesinger L. 2005. *Stress and Immunology*. Medwave. Vol.5 (3).pp.1-5.
- Schneider J. D., Tokach M. D., Dritz S. S., Nelssen J. L., DeRouchey J. M. y Goodband R. D. 2010. Determining the effect of lysine: calorie ratio on growth performance of ten-to twenty-

kilogram of body weight nursery pigs of two different genotypes. *Journal of animal science*. Vol. 88(1). pp. 137-146.

Shimada M. A. 2003. *Nutrición Animal*. Primera Edición. Editorial Trillas. pp. 206.

Sierra V. A. C., Ortiz O. J. R., BJORQUEZ C. J. C., CANUL S. M. A., TAMAYO C. J. R. RODRIGUEZ P. J. C., et al. 2016. Conservación y uso sustentable del cerdo pelón en Yucatan. *Quehacer científico en Chiapas*. Vol. 11 (1). 13-28pp.

Sierra V.A. 2002. Programa de conservación genética de una raza en peligro de extinción. III Simposium Iberoamericano sobre la conservación de los recursos zoogenéticos locales y el desarrollo rural sostenible. Montevideo, Uruguay. pp. 1—5.

Solís J., García C. A. y Franco E. 2018. Uso del hemograma como marcador biológico del cerdo pelón mexicano. VII Congreso Nacional sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos. RED CONBIAND. Champotón, Campeche. pp.294.

Soraci A. L., Amanto F, Perez D. S., Martinez G., Dieguez S. N., Vega G. y Tapia M. O. 2010. A method for yugular catheterization en weaned piglets. *Analecta Vet*. Vol. 30(1). pp. 12-15.

Tacon A.G.J. y Metian M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*. Vol 285.pp. 146–158.

Tapia, E. 2009. El cerdo criollo en el caribe y latinoamerica. Sistema de revisiones en investigación veterinaria de San Marcos. Cajamarca, Perú. pp. 1-5.

Thymann T., Burrin D.G., Tappenden K. A., Bjornrvard C. R. and Jensen S. K. 2006. Formula-feeding reduces lactose digestive capacity in neonatal pigs. *British Journal of Nutrition*, Vol. 95. pp. 1075-1081.

Thymann T., Le Huërou L. I., Petersen Y. M., Hedemann M. S., Elinf J. y Jensen B. B. 2014. Glucagon-like peptide 2 treatment may improve intestinal adaptation during weaning. *Animal Science*. Vol. 92. pp. 270-279.

Van Huis. A., Van I tterbeeck. J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran A., Muir, G., and Vantomme, P., 2013. *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Roma: Studio FAO, 2013. pp. 201.

- Van Itterbeeck J. 2008. Entomophagy and the West: barriers and possibilities, ecological advantages and ethical desirability. Wageningen, Wageningen University.
- Van Itterbeeck J. y Van Huis A. 2012. Environmental manipulation for edible insect procurement: a historical perspective. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. Vol 8(3). pp. 1–19.
- Van Kempen T. A. y Tibble, S. 2006. Nuevas consideraciones sobre la mortalidad de lechones al nacimiento. XXII Curso de Especialización FEDNA. pp. 115-123.
- Velazquez, G.M. 2016. Morphometry of native pigs in rural áreas of Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu.* Vol. 7(4). pp. 431-440.
- Vidal S.M., Fajardo P. I. y González C. G. 2013. Educación veterinaria en inocuidad alimentaria (en particular aspectos relacionados con la sanidad animal, los agentes patógenos alimentarios y la vigilancia de las enfermedades transmitidas por alimentos). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* Vol. 32(2). pp. 417-424.
- Von Dehn B. 2014. Pediatric Clinical Pathology. *Veterinary clinics of North America: Small Animal Practice*. Vol. 44(2). pp. 205-219.
- Womeni H.M., Linder M., Tiencheu B., Mbiapo F.T., Villeneuve P., Fanni, J. y Parmentier M. 2009. Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. *OCL – Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. Vol. 16(4).pp. 230–235.
- Xiaoming C., Ying, F., Hong Z. y Zhiyong C. 2010. Review of the nutritive value of edible insects. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Zhan Z. P., .Huang F. R., Luo J., Dai J. J., Yan X. H. y Peng J. 2009. Duration of feeding linseed Diet influences expression of inflammation-related genes and growth. Performance of growing-finishing barrows. *Anim. Sci.*. Vol. 87. pp. 603-611.

## X. ANEXOS

### ANEXO 1. Composición nutrimental de la dieta experimental D1.

ED kcal/kg	3410.84185	Biotina ppm	0.0586872
EM kcal/kg	3727.91745	Colina ppm	158.333335
EN kcal/kg	2479.9868	Niacina ppm	5
P.C. %	25.13936	A.Pantotenico ppm	3.2053608
GC %	11.805	Riboflavina ppm	1.05298
Ac. Linoleico %	0.695	Tiamina ppm	0.2299
FDN %	8.490	B6 ppm	0.5963416
FDA %	4.765	B12 ppm	0.004598
Calcio %	0.643	Ac. Folico ppm	0.5851924
Fosforo %	0.599	metionina Dig.	0.395034
Disponibilidad de fosforo %	22.798	Cistina	0.290834
Fosforo disponible	0.309	Lisina	1.509694
Na %	0.508	Treonina	0.885504
Cl %	0.502	Triptofano	0.268512
K %	0.075	Arginina	1.515226
Mg %	0.001	Valina	1.087
Cu ppm	3.000	isoleucina	1.011
Fe ppm	25.000	Leucina	1.919
Mn ppm	7.500	Palmítico	0.004
Se ppm	0.063	Palmitoleico	0.331
Yodo ppm	0.200	Estearico	0.014
Zn ppm	30.000	Oleico	0.302
Vitamina A IU/d	1.839	Linoleico n-6	7.384
Vitamina D IU/d	0.295	Linolenico n-3	1.552
Vit. E IU/kg	0.011	Araquidico	0.013
Vitamina K ppm	0.21736	Araquidonico n-6	0.028

**ANEXO 2.** Composición nutrimental de la dieta experimental D2.

ED kcal/kg	3312.7723	Vit. E IU/kg	0.0105336
	3	Vitamina K ppm	0.21736
EM kcal/kg	3638.6872	Biotina ppm	0.0586872
	1	Colina ppm	158.33333
EN kcal/kg	2422.2875	Niacina ppm	5
	4	A.Pantotenico ppm	3.2053608
P.C. %	25.13792	Riboflavina ppm	1.05298
GC %	12.09443	Tiamina ppm	0.2299
Ac. Linoleico %	0.694734	B6 ppm	0.5963416
FDN %	8.48992	B12 ppm	0.004598
FDA %	4.76506	Ac. Folico ppm	0.5851924
Calcio %	0.51057	Metionina Dig.	0.490045
Fosforo %	0.524893	Cistina	0.6.99275
Disponibilidad de fosforo %	20.9498	Lisina	3.18326
	0.2519328	Treonina	1.1944115
Fosforo disponible	3	Triptofano	0.255552
Na %	0.522954	Arginina	0.9231
Cl %	0.5174425	Valina	1.710465
K %	0.015	isoleucina	1.5005
Mg %	0.015	Leucina	2.81727
Cu ppm	3.015	Palmítico	0.005566
Fe ppm	25.015	Palmitoleico	0.41261
Mn ppm	7.515	Estearico	0.017303
Se ppm	0.0625	Oleico	0.377278
Yodo ppm	0.2	Linoleico n-6	9.211125
Zn ppm	30	Linolenico n-3	1.935637
Vitamina A IU/d	1.8392	Araquidico	0.016698
Vitamina D IU/d	0.2953854	Araquidonico n-6	0.035453

**ANEXO 3.** Composición nutrimental de la dieta experimental D3.

ED kcal/kg	3227.18404	Biotina ppm	0.0586872
EM kcal/kg	3561.23448	Colina ppm	158.333335
EN kcal/kg	2372.12592	Niacina ppm	5
P.C. %	25.07904	A.Pantotenico ppm	3.2053608
GC %	12.44196	Riboflavina ppm	1.05298
Ac. Linoleico %	0.694734	Tiamina ppm	0.2299
FDN %	8.48992	B6 ppm	0.5963416
FDA %	4.76506	B12 ppm	0.004598
Calcio %	0.383288	Ac. Folico ppm	0.5851924
Fosforo %	0.453662	Metionina Dig.	0.650295
Disponibilidad de fosforo %	19.1788	Cistina	1.188775
Fosforo disponible	0.19708496	Lisina	5.31326
Na %	0.536754	Treonina	1.723365
Cl %	0.5312425	Triptofano	0.243132
K %	0.0288	Arginina	0.15999
Mg %	0.0288	Valina	0.8335
Cu ppm	3.0288	isoleucina	2.603965
Fe ppm	25.0288	Leucina	4.08527
Mn ppm	7.5288	Palmítico	0.006624
Se ppm	0.0625	Palmitoleico	0.49104
Yodo ppm	0.2	Estearico	0.020592
Zn ppm	30	Oleico	0.448992
Vitamina A IU/d	1.8392	Linoleico n-6	10.962
Vitamina D IU/d	0.2953854	Linolenico n-3	2.303568
Vit. E IU/kg	0.0105336	Araquidico	0.019872
Vitamina K ppm	0.21736	Araquidonico n-6	0.042192



**ANEXO 4.** Composición nutrimental de la dieta experimental D4.

ED kcal/kg	3041.805	Treonina	2.781865
EM kcal/kg	3392.914	Triptofano	0.217052
EN kcal/kg	2262.9474	Arginina	1.65385
P.C. %	25.05776	Valina	4.390965
GC %	13.20996	isoleucina	3.8075
Ac. Linoleico %	0.692474	Leucina	6.62127
FDN %	8.45392	Palmítico	0.008924
FDA %	4.74846	Palmitoleico	0.66154
Calcio %	0.117596	Estearico	0.027742
Fosforo %	0.304426	Oleico	0.604892
Disponibilidad de fosforo %	15.4428	Linoleico n-6	14.76825
		Linolenico n-3	3.103418
		Araquidico	0.026772
		Araquidonico n-6	0.056842
Fosforo disponible	0.0825038		
	4		
Na %	0.566734		
Cl %	0.5612425		
K %	0.0588		
Mg %	0.0588		
Cu ppm	3.0588		
Fe ppm	25.0588		
Mn ppm	7.5588		
Se ppm	0.0625		
Yodo ppm	0.2		
Zn ppm	30		
Vitamina A IU/d	1.8392		
Vitamina D IU/d	0.2953854		
Vit. E IU/kg	0.0105336		
Vitamina K ppm	0.21736		
Biotina ppm	0.0586872		
Colina ppm	158.33333		
	5		
Niacina ppm	5		
A.Pantotenico ppm	3.2053608		
Riboflavina ppm	1.05298		
Tiamina ppm	0.2299		
B6 ppm	0.5963416		
B12 ppm	0.004598		
Ac. Folico ppm	0.5851924		
Metionina Dig.	0.970795		
Cistina	2.167775		
Lisina	9.57326		

**ANEXO 6.** Perfil hematológico por tratamiento durante la pre-evaluación de lechones lactantes Landrace/Duroc.

	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	RDW_CV	PLT	MPV
<b>T1</b>	18.1±0.073 8	7.3±0.0074	11.3±0.1199	49.1±0.240 4	60.8±0.195 2	18.6±0.028 5	33.2±0.018 5	15.9±0.0105	479±0.8230 4	10.6±0.827 6
<b>T2</b>	16.9±0.189 8	7.09±0.008 4	11.93±0.085 1	40.6±0.011 8	62.4±0.250 4	18.7±0.028 5	34.6±0.085 6	16.42±0.006 5	470±0.0172	10±0.3697
<b>T3</b>	17.3±0.026 5	6.97±0.007 3	11.84±0.030 6	44.3±0.006 6	63.1±0.167 5	18.8±0.160 0	33.2±0.195 5	16.74±0.072 0	555±0.4334	10.4±0.439 8
<b>T4</b>	15.1±0.109 1	7.3±0.0117 0	11.1±0.0191	42.3±0.109 8	58.5±0.100 8	18.3±0.117 7	33.7±0.117 7	16.4±0.0094	465±0.4334	10.7±0.028 9
<b>T5</b>	16.4±0.039 5	7.7±0.0335	12±0.0054	44.1±0.074 5	59.8±0.042 1	19.5±0.759 6	32.5±0.308 2	16.1±0.0022	499±0.3666	10.7±0.068 9

WBC=  $X10^9/L$ ; RBC=  $X10^{12}/L$ ; HGB= g/dL; HCT= % ; MCV= fL; MCHC= pg; RDW\_CV= %; PLT=  $X10^9/L$ ; MPV= fL; PDW= %; PCT= %; P\_LCR= %; P\_LCC=  $X10^9/L$ .

**ANEXO 7.** Perfil hematológico por tratamiento después de la fase experimental, al destete de lechones lactante Landrace/Duroc.

	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	RDW_CV	PLT	MPV
<b>T1</b>	17.3±0.020	7.42±0.010	11.2±0.010	40.4±0.091	60.5±0.134	18.1±0.040	32.9±0.166	15.6±0.008	477±0.025	10.5±0.029
<b>T2</b>	16.0±0.149	6.92±0.017	11.69±0.038	43.4±0.124	63.0±0.104	18.7±0.063	34.1±0.073	16.56±0.013	480±0.043	10.1±0.021
<b>T3</b>	17.4±0.054	7.12±0.015	12.2±0.016	42.2±0.071	66.8±0.071	18.6±0.016	32.1±0.033	16.44±0.011	559±0.0504	10.1±0.044
<b>T4</b>	16±0.054	7.61±0.002	12.3±0.071	42.5±0.281	59.0±0.071	18.2±0.007	33.1±0.050	15.9±0.018	468±0.750	10.6±0.009
<b>T5</b>	15.1±0.137	7.77±0.191	12.6±0.025	44.8±0.043	58.3±0.057	19.3±0.004	33.2±0.096	16.2±0.118	496±0.016	10.5±0.139

WBC=  $X10^9/L$ ; RBC=  $X10^{12}/L$ ; HGB= g/dL; HCT= % ; MCV= fL; MCHC= pg; RDW\_CV= %; PLT=  $X10^9/L$ ; MPV= fL; PDW= %; PCT= %; P\_LCR= %; P\_LCC=  $X10^9/L$ .

**ANEXO 8.** Perfil químico por tratamiento durante la pre-evaluación de lechones lactantes Landrace/Duroc.

	ALBU	ALP	BIL	COL	CREA	GLU	LDH	PT	TGO	TGP	UREA	A/G	BUN	GLOB
<b>T1</b>	3.2±0.003	94.8±0.228	13.4±0.017	31.8±0.006	1.6±0.073	79.5±0.005	315±0.221	7.3±0.064	33.7±0.005	32.3±0.194	6.1±0.036	1±0.002	17.1±0.469	5.3±0.011
<b>T2</b>	3.2±0.051	96.2±0.062	13.4±0.058	35.8±0.092	1.6±0.065	75.3±0.088	309±0.007	7.1±0.082	37.8±0.041	34.5±0.081	6.2±0.003	1.1±0.015	17.3±0.029	5.4±0.017
<b>T3</b>	3.1±0.091	94.5±0.008	13.1±0.002	29.7±0.077	1.6±0.005	77.9±0.054	301±0.066	7.2±0.016	35.6±0.029	35.9±0.013	6.1±0.043	1.1±0.075	17.1±0.006	5.1±0.033
<b>T4</b>	3.2±0.092	94.6±0.025	13.5±0.061	31.4±0.012	1.5±0.030	75.4±0.078	308±0.027	7.1±0.020	38.1±0.011	34.7±0.067	6.4±0.076	1.2±0.067	17.9±0.038	5.2±0.017
<b>T5</b>	3.4±0.002	93.8±0.049	13.4±0.075	22.9±0.072	1.6±0.063	74±0.032	301±0.031	7.2±0.009	38.1±0.365	35.9±0.008	6.7±0.060	1.3±0.733	18.7±0.069	5.2±0.007

*ALB= g/dL; ALP= μ/L; BIL = mEq/dL; COL= mEq/dL; CREA= mEq/dL; GLU= mEq/dL; LDH= μ/L; PT= g/dL; TGO= μ/L; TGP= μ/L; UREA= mmol/L; A/G= g/dL; BUN= g/dL; GLOB=g/dL.*

**ANEXO 9.** Perfil químico por tratamiento después de la fase experimental, al destete de lechones lactante Landrace/Duroc.

	ALBU	ALP	BIL	COL	CREA	GLU	LDH	PT	TGO	TGP	UREA	A/G	BUN	GLOB
<b>T1</b>	3.3±0.002	93.8±0.030	13.4±0.004	30.4±0.022	1.6±0.010	79.3±0.090	323±0.006	7.3±0.356	34.6±0.193	31.0±0.007	6.1±0.032	1.0±0.077	17.1±0.052	5.3±0.016
<b>T2</b>	3.2±0.015	91.5±0.074	13.4±0.028	33.9±0.032	1.6±0.061	73.5±0.074	309±0.090	7.1±0.095	36.9±0.015	33.6±0.174	6±0.034	1.1±0.172	16.8±0.018	5.3±0.027
<b>T3</b>	3.2±0.075	92.6±0.099	13.3±0.099	28.6±0.055	1.5±0.015	76.1±0.081	309±0.027	7.3±0.028	35.5±0.017	36.1±0.072	6±0.261	1.1±0.071	16.8±0.037	5±0.194
<b>T4</b>	3.3±0.067	95.7±0.051	13.4±0.051	28±0.050	1.5±0.000	75±0.051	300±0.045	7.2±0.092	38.1±0.047	34.4±0.004	6.5±0.086	1.2±0.004	18.2±0.003	5.3±0.060
<b>T5</b>	3.5±0.073	91.9±0.005	13.3±0.005	22.9±0.097	1.6±0.062	74±0.053	301±0.168	7.3±0.003	38.1±0.071	35.9±0.030	6.7±0.030	1.3±0.059	18.7±0.086	5.2±0.058

*ALB= g/dL; ALP= μ/L; BIL = mEq/dL; COL= mEq/dL; CREA= mEq/dL; GLU= mEq/dL; LDH= μ/L; PT= g/dL; TGO= μ/L; TGP= μ/L; UREA= mmol/L; A/G= g/dL; BUN= g/dL; GLOB=g/dL.*

**ANEXO 10.** Perfil hematológico por tratamiento durante la pre-evaluación de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

	<b>WBC</b>	<b>RBC</b>	<b>HGB</b>	<b>HCT</b>	<b>MCV</b>	<b>MCH</b>	<b>MCHC</b>	<b>RDW_CV</b>	<b>PLT</b>	<b>MPV</b>
<b>T1</b>	16.9±0.090	7.3±0.064	11.3±0.062	40.7±0.073	60.8±0.052	18.6±0.025	34.2±0.066	16.9±0.008	478±0.074	10.±0.0637
<b>T2</b>	16.7±0.018	7.6±0.175	11.2±0.092	40.6±0.729	60.4±0.028	18.7±0.081	34.1±0.001	16.6±0.112	469±0.006	10.0±0.048
<b>T3</b>	16.0±0.010	7.4±0.059	11.3±0.134	41.2±0.229	59.8±0.110	18.8±0.088	34.2±0.026	16.5±0.088	465±0.112	10.3±0.112
<b>T4</b>	17.0±0.002	7.1±0.077	11.3±0.009	42.3±0.025	58.5±0.092	18.7±0.110	33.7±0.068	16.4±0.165	465±0.001	10.0±0.013
<b>T5</b>	16.4±0.011	7.5±0.059	11±0.286	41.1±0.053	60±0.057	18.5±0.133	33.8±0.004	16.9±0.583	489±0.418	10.4±0.001

*WBC=  $X10^9/L$ ; RBC=  $X10^{12}/L$ ; HGB= g/dL; HCT= % ; MCV= fL; MCHC= pg; RDW\_CV= %; PLT=  $X10^9/L$ ; MPV= fL; PDW= %; PCT= %; P\_LCR= %; P\_LCC=  $X10^9/L$ ..*

**ANEXO 11.** Perfil hematológico por tratamiento después de la fase experimental, al destete de lechones lactante de cerdo pelón mexicano.

	<b>WBC</b>	<b>RBC</b>	<b>HGB</b>	<b>HCT</b>	<b>MCV</b>	<b>MCH</b>	<b>MCHC</b>	<b>RDW_CV</b>	<b>PLT</b>	<b>MPV</b>
<b>T1</b>	16.9±0.020	7.3±0.010	11.2±0.010	40.6±0.091	60.8±0.134	18.6±0.040	34.1±0.166	16.9±0.008	478±0.071	10.4±0.029
<b>T2</b>	16.5±0.018	7.7±0.073	11.5±0.077	41.3±0.086	60.7± 0.072	18.4±0.053	34.1±0.068	16.5±0.010	468±0.080	10.3±0.148
<b>T3</b>	16.2±0.010	7.4±0.075	11.3±0.059	41.2±0.029	60.1±0.025	18.6±0.023	34.0±0.033	16.5±0.026	465±0.023	10.1±0.084
<b>T4</b>	16.8±0.002	7.1±0.011	11.2±0.059	42.3±0.031	58.1±0.052	18.7±0.092	33.7±0.081	16.5±0.165	468±0.103	10.0±0.013
<b>T5</b>	16.4±0.090	7.5±0.064	11.1±0.062	41.0±0.092	60.7±0.057	18.5±0.054	33.8±0.088	16.8±0.166	478±0.027	10.3±0.037

*WBC=  $X10^9/L$ ; RBC=  $X10^{12}/L$ ; HGB= g/dL; HCT= % ; MCV= fL; MCHC= pg; RDW\_CV= %; PLT=  $X10^9/L$ ; MPV= fL; PDW= %; PCT= %; P\_LCR= %; P\_LCC=  $X10^9/L$ ..*

**ANEXO 12.** Perfil químico por tratamiento durante la pre-evaluación de lechones lactantes de cerdo pelón mexicano.

	ALBU	ALP	BIL	COL	CREA	GLU	LDH	PT	TGO	TGP	UREA	A/G	BUN	GLOB
<b>T1</b>	3.1±0.004	91.7±0.137	13.42±0.009	31±0.004	1.6±0.119	98±0.004	310±0.204	7.1±0.1503	39±0.006	35.8±0.365	6.5±0.081	1.1±0.025	13.9±0.503	5.2±0.057
<b>T2</b>	3.3±0.793	96.0±0.104	13.5±0.019	25.0±0.029	1.5±0.008	91±0.084	324±0.004	7.4±0.062	35.5±0.078	32.3±0.038	5.9±0.069	1.2±0.018	12.6±0.022	5.1±0.012
<b>T3</b>	3.3±0.047	91.0±0.000	13.4±0.098	22.0±0.093	1.4±0.094	82±0.099	328±0.037	7.3±0.090	37.7±0.010	33.5±0.099	6.1±0.000	1.3±0.043	13.0±0.042	5.3±0.065
<b>T4</b>	3.3±0.056	95.6±0.069	13.46±0.065	42.0±0.000	1.6±0.010	140±0.063	319±0.200	7.1±0.099	35.8±0.000	33.4±0.017	6.3±0.086	1.3±0.082	13.4±0.098	5.1±0.076
<b>T5</b>	3.2±0.031	91.9±0.000	13.4±0.014	34.0±0.122	1.6±0.145	82±0.070	317±0.020	7.4±0.026	35.7±0.000	34.7±0.050	6.3±0.084	1.3±0.083	13.4±0.012	5.2±0.092

*ALB= g/dL; ALP=  $\mu$ /L; BIL = mEq/dL; COL= mEq/dL; CREA= mEq/dL; GLU= mEq/dL; LDH=  $\mu$ /L; PT= g/dL; TGO=  $\mu$ /L; TGP=  $\mu$ /L; UREA= mmol/L; A/G= g/dL; BUN= g/dL; GLOB=g/dL.*

**ANEXO 13.** Perfil químico por tratamiento después de la fase experimental, al destete de lechones lactante de cerdo pelón mexicano.

	ALBU	ALP	BIL	COL	CREA	GLU	LDH	PT	TGO	TGP	UREA	A/G	BUN	GLOB
<b>T1</b>	3.0±0.561	91.0±0.524	13.5±0.066	18±0.137	1.6±0.045	64±0.002	315±0.139	7.2±0.016	40.4±0.021	35.1±0.053	6.5±0.049	1.1±0.043	13.9±0.004	5.3±0.008
<b>T2</b>	3.3±0.020	96.2±0.042	13.5±0.048	36±0.033	1.5±0.080	126±0.024	328±0.084	7.6±0.117	35.1±0.040	32.6±0.002	6.4±0.161	1.2±0.079	13.7±0.009	5.3±0.037
<b>T3</b>	3.3±0.090	90.9±0.053	13.4±0.005	11±0.081	1.8±0.092	84±0.002	328±0.010	7.5±0.063	37.1±0.063	33.9±0.005	6.4±0.040	1.3±0.052	13.7±0.016	5.3±0.198
<b>T4</b>	3.3±0.077	93.3±0.191	13.3±0.132	38±0.023	1.6±0.069	125±0.045	318±0.044	7.4±0.003	35.2±0.080	33.3±0.039	6.6±0.000	1.3±0.063	14.1±0.047	5.2±0.032
<b>T5</b>	3.1±0.038	91.2±0.070	13.5±0.026	29±0.040	1.7±0.086	102±0.076	314±0.030	7.7±0.077	35.5±0.094	34.7±0.039	6.7±0.009	1.3±0.092	14.3±0.097	5.4±0.003

*ALB= g/dL; ALP=  $\mu$ /L; BIL = mEq/dL; COL= mEq/dL; CREA= mEq/dL; GLU= mEq/dL; LDH=  $\mu$ /L; PT= g/dL; TGO=  $\mu$ /L; TGP=  $\mu$ /L; UREA= mmol/L; A/G= g/dL; BUN= g/dL; GLOB=g/dL.*