



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“ELABORACIÓN DE MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO)”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:**

**MIGUEL ÁNGEL PILATUÑA LLUGLLA.**

**Riobamba – Ecuador**

**2016**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Ángel Pilatuña Lluglla, declaro que el presente Trabajo de Titulación **“ELABORACIÓN DE MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor L. Moench* (SORGO)”** es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos presentes en este Trabajo de Titulación.

Riobamba, 08 de Diciembre de 2016.

---

Miguel Ángel Pilatuña Lluglla.

C.I.: 180486456-7

**El presente Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal**



---

Ing. M.C. Daniel Mauricio Beltrán del Hierro.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



---

Ing. M.C. César Iván Flores Mancheno.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



---

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 08 de Diciembre de 2016.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la fortaleza para seguir adelante en mis estudios, por guiarme y protegerme en cada momento.

A las personas que siempre me brindaron su ayuda cuando más lo necesite, a mis compañeros con los que he compartido buenos y malos momentos gracias por la amistad que me han brindado.

Ing. M.C. César Iván Flores Mancheno por la confianza y el apoyo constante durante la ejecución de esta investigación y por haberme compartido sus conocimientos que fueron de mucha importancia para el desarrollo del presente trabajo. De igual manera quisiera agradecer al Ing. M.C. Manuel Almeida por la dedicación de su tiempo a la revisión mi trabajo de titulación, por la enseñanza que me ha brindado durante todo mi proceso investigativo.

Miguel Pilatuña

## DEDICATORIA

De una manera muy especial le dedico a mi madre por ser mi soporte, mi guía, mi amiga mi razón de ser a ti Elenita te debo todo gracias por nunca abandonarme, por ser mi amiga y por los valores con los que usted me formó.

A mi padre José por apoyarme siempre, por los consejos y por el ejemplo de responsabilidad que me ha demostrado.

De igual manera a mis hermanos; Eddy, Pila, Pauli, Oscarin, Jota, Edu y Toño, quienes me estuvieron alentando constantemente y me brindaron su confianza en todo momento.

A mis sobrinos, que me ayudaron en muchas ocasiones y a quienes estimo inmensamente.

Quisiera también dedicarle a mis abuelitos en especial a mi abuelito Carlos que constantemente me cuidó desde el cielo.

A mi novia Amary que en todo momento estuvo apoyándome, por el tiempo y los momentos que me dedico en estos años de estudio gracias BONITA.

A todos ustedes, con mucho afecto.

Miguel Pilatuña

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	4
A. LA CARNE	4
B. CARNE DE CABRA	4
1. <u>Generalidades</u>	4
2. <u>Valor nutritivo</u>	5
C. SORGO	6
1. <u>Generalidades</u>	6
2. <u>Valor nutritivo</u>	7
D. HARINA DE SORGO	8
1. <u>Generalidades</u>	8
2. <u>Valor nutritivo</u>	9
E. MORTADELA	9
1. <u>Composición química y nutricional</u>	10
2. <u>Requisitos específicos</u>	10
3. <u>Antecedentes investigativos</u>	11
<b>III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	14
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	14
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	14
C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES	14
1. <u>Instalaciones</u>	14
2. <u>Obtención de la harina de sorgo</u>	15
a. Equipos	15
b. Materiales	15
c. Materia prima	15

3.	<u>Elaboración de la mortadela</u>	15
a.	Equipos	15
b.	Materiales	16
c.	Ingredientes	16
4.	<u>Equipos y materiales de laboratorio</u>	16
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	17
1.	<u>Esquema del experimento</u>	17
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	18
1.	<u>Variables físico – químico</u>	18
2.	<u>Valoración microbiológica</u>	18
3.	<u>Análisis sensorial</u>	18
4.	<u>Análisis económico</u>	19
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	19
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	20
1.	<u>Proceso para la elaboración de la harina de sorgo</u>	20
2.	<u>Proceso para la elaboración de la mortadela</u>	21
a.	Diagrama de flujo	22
(1)	Recepción de la materia prima	23
(2)	Deshuesado	23
(3)	Picado	23
(4)	Molido de la carne	23
(5)	Cutter	23
(6)	Embutido	23
(7)	Atado	23
(8)	Cocción	24
(9)	Enfriado	24
(10)	Almacenamiento	24
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	24
1.	<u>Valoración bromatológica</u>	24
2.	<u>Valoración microbiológica</u>	25
3.	<u>Valoración organoléptica</u>	25
4.	<u>Análisis Económico</u>	26
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	<b>27</b>
A.	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MORTADELA	27

	UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor</i> <i>L. Moench</i> (SORGO).	
1.	<u>Porcentaje de humedad</u>	27
2.	<u>Porcentaje de proteína</u>	30
3.	<u>Porcentaje de grasa</u>	32
4.	<u>Porcentaje de fibra</u>	32
5.	<u>Porcentaje de cenizas</u>	35
6.	<u>pH</u>	37
B.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor</i> <i>L. Moench</i> (SORGO).	39
C.	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor</i> <i>L.</i> <i>Moench</i> (SORGO).	41
1.	<u>Aspecto (puntos)</u>	41
2.	<u>Color (puntos)</u>	41
3.	<u>Olor (puntos)</u>	41
4.	<u>Sabor (puntos)</u>	46
5.	<u>Textura (puntos)</u>	46
6.	<u>Total (puntos)</u>	49
D.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor</i> <i>L.</i> <i>Moench</i> (SORGO).	51
1.	<u>Costo de producción</u>	51
2.	<u>Beneficio/Costo</u>	51
V.	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	53
VI.	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	54
VII.	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b>	55
	ANEXOS	

## RESUMEN

En el Centro de Producción de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó la utilización de diferentes niveles de harina de sorgo (2, 4, y 6%) en la elaboración de mortadela empleando carne de cabra frente a un tratamiento control (0%). Se realizó 4 repeticiones por tratamiento bajo un Diseño Completamente al Azar, siendo el tamaño de la unidad experimental de 5 kg. Determinándose que el uso de harina de sorgo influyó en las características bromatológicas del producto, estableciendo diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por cuanto se identificó que al utilizar nivel 2% se presentó un elevado contenido de proteína con un valor de 15.66%. En cuanto a la valoración microbiológica se reportó ausencia en Coliformes totales y *Escherichia coli* a diferencia del microorganismo *Staphylococcus aureus* ya que su presencia fue relativamente baja, manteniéndose dentro de los límites exigidos por la Norma INEN 1338:2012, siendo la mortadela considerada apta para el consumo humano. En las características organolépticas la inclusión de harina de sorgo influyó en el sabor, pero no en la valoración organoléptica total, registrándose en todos los tratamientos aceptabilidad por el consumidor. Por otra parte, el análisis económico señala que al emplear el nivel 6% se obtiene un menor costo de producción de 4,67 dólares/Kg, con una rentabilidad del 22% (B/C 1,22). Se recomienda elaborar mortadela usando el nivel 2% de harina de sorgo puesto que presenta mejores características nutritivas.

## ABSTRACT

In the Center of Production of Meat Products of the Faculty of Animal Sciences at "Escuela Superior Politécnica de Chimborazo", it was evaluated the use of different levels of sorghum flour (2, 4 and 6%) in the production of mortadella using goat meat against control treatment. There were performed 4 repetitions per each treatment under a Completely Randomized Design, the size of the experimental act was 5 kg. It was determined that the use of sorghum flour influenced in the bromatological characteristics of the product, establishing highly significant differences ( $P < 0.01$ ). Therefore, it was proved that when using 2% level, there is a high content of protein with a 15.66% value. Regarding the microbiological valuation, there were neither total coliforms nor *Escherichia coli* contrary to *Staphylococcus aureus* because its presence was relatively low under the parameters demanded by the INEN standard 1338:2012, so, the mortadella is considered suitable of human consumption. Concerning the organoleptic characteristics, the addition of sorghum flour influenced only the flavor, but not in the total organoleptic valuation. In all the treatments, it was registered acceptance by the consumers. On the other hand, the economic analysis demonstrated that when using the 6% level of sorghum flour, it is obtained a lower cost of production 4,67 \$/Kg, with a profitability of 22% (B/C 1,22). Finally, the reading system of milk production records and stores the information in the database, recommending to the technical staff in charge of the experimental center to have implemented a preventive maintenance of pneumatic and mechanical system It is recommended to produce mortadella using the level 2% of sorghum flour due to it represents better nutritive characteristics.



## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE CAPRINA COMPARADA CON DIFERENTES ESPECIES (%).	5
2.	CONTENIDO DE COLESTEROL Y MINERALES DE LA CARNE EN CANALES DE DIFERENTES ESPECIES.	6
3.	VALOR NUTRITIVO PROMEDIO DEL GRANO DE SORGO POR CADA 100 g DE PRODUCTO.	8
4.	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DE SORGO EN 100 g DE PRODUCTO	9
5.	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA MORTADELA	10
6.	ADITIVOS PERMITIDOS EN LA ELABORACIÓN DE MORTADELA.	10
7.	REQUISITOS BROMATOLÓGICOS DE LA MORTADELA.	11
8.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA UNITARIA.	11
9.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	18
10.	ESQUEMA DEL ADEVA.	19
11.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (SORGO) POR CADA REPETICIÓN (5 Kg).	21
12.	PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (SORGO)".	26
13.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (SORGO).	28
14.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (SORGO).	40
15.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE <i>Capra aegagrus hircus</i> (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (SORGO).	42

16. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE 52  
DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES  
DE HARINA DE *Sorghum bicolor L. Moench* (SORGO).

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Diagrama de flujo de la elaboración de la mortadela empleando carne de cabra con diferentes niveles de harina de sorgo.	22
2.	Comportamiento del contenido de humedad en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	29
3.	Comportamiento del contenido de proteína en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	31
4.	Comportamiento contenido de grasa en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	33
5.	Comportamiento del contenido de fibra en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	34
6.	Comportamiento del contenido de ceniza en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	36
7.	Comportamiento del pH en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	38
8.	Valoración organoléptica del atributo aspecto (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	43
9.	Valoración organoléptica del atributo color (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	44
10.	Valoración organoléptica del atributo olor (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	45
11.	Comportamiento del atributo sabor (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de <i>Capra aegagrus hircus</i> (cabra) con diferentes niveles de harina de <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> (sorgo).	47

12. Valoración organoléptica del atributo textura (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo). 48
13. Valoración organoléptica total (sobre 45 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo). 50

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Reporte de los resultados del análisis bromatológico de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
2. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
3. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
4. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
5. Análisis estadístico del contenido de fibra (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
6. Análisis estadístico del contenido de grasa (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
7. Análisis estadístico del pH, de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
8. Resultados del análisis microbiológico de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
9. Resultados del análisis sensorial de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
10. Resultado experimental de la variable aspecto de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
11. Resultado experimental de la variable color de la mortadela utilizando carne

de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

12. Resultado experimental de la variable olor de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
13. Resultado experimental de la variable sabor de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
14. Resultado experimental de la variable textura de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).
15. Resultado experimental de la variable total de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

## **I. INTRODUCCIÓN**

Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2010), la carne es un ingrediente de gran importancia en la alimentación humana, su gran riqueza nutritiva se debe fundamentalmente a su elevado contenido en proteínas de alto valor biológico, por otro lado es uno de los alimentos más perecederos debido a su alto contenido en agua, composición y pH.

Con el pasar del tiempo la industria cárnica no solo se ha dedicado a la fabricación de productos utilizando materia prima tradicional, como la carne de ave, vacuno y porcino, sino que también ha buscado alternativas que ayuden al desarrollo de nuevos productos con mejores características nutricionales. Este es el caso de la utilización de carne caprina que es especialmente importante debido a que ofrece características específicas a los consumidores como son el bajo contenido de grasa, su valor proteico, y sus propiedades organolépticas (Alfonso, M. et al. 2008).

Araneda, M. (2015), señala que el sorgo ocupa el quinto lugar en lo que se refiere al cultivo de cereales en el mundo, es considerado como un cereal originario de África, de la misma manera forma parte importante en la alimentación en África, Asia meridional y Centroamérica; es utilizado también en la fabricación de bebidas alcohólicas y biocombustibles. Además Pérez, A. et al. (2010), comentan que la mayoría de las variedades de sorgo existentes muestran una buena resistencia al calor y a la sequía, lo que lo convierte en un cultivo de gran importancia en zonas desérticas, razón por el cual lo han denominado como “el cereal del siglo XXI”, sin embargo, en otros países el sorgo es utilizado para la comercialización, destinando su mayoría a la alimentación animal, siendo subutilizado en otros tipos de industria.

El sorgo tiene una extraordinaria importancia para la economía alimentaria mundial debido a que contribuyen a la seguridad alimentaria familiar de varias regiones consideradas como las más pobres del mundo y que debido a este problema sufren una mayor inseguridad alimentaria (Canet, R. et al. 2003). No obstante el desarrollo del ser humano, ha hecho que en los últimos tiempos se

haya puesto una importante atención a la relación dieta y salud, debido a que muchas personas han cambiado sus hábitos alimenticios, buscando productos que compensen sus preferencias dietéticas y nutritivas, sin dejar de lado el buen sabor (Sáenz, R. 2008). Por ende el incremento en el consumo de derivados cárnicos, genera demanda en el precio de las materias primas (carne), que tiende a ser elevado, mientras que el uso de insumos alternativos como los extensores cárnicos (harinas), reducen los costos de fabricación dando un valor agregado a la producción y brindando un producto económicamente asequible al consumidor final (Andújar, G. et al. 2000).

Este es el caso de la mortadela, el cual es un embutido escaldado compuesto principalmente por carne fresca y grasa, que junto con otros ingredientes como agua fría, condimentos y adicionando determinados niveles de harinas como extensores, pueden tener, no sólo un esperado efecto económico, sino también un positivo efecto tecnológico debido a que su utilización no solo puede influir en sus características físico-químicas, sino también en sus características sensoriales (Güemes, N. 2007). Cumpliendo con nuevas disposiciones de que los alimentos sean nutritivos, agradables y con menor aporte de calorías, la industria alimentaria ha ido modificando constantemente sus procesos de producción en la elaboración de la mortadela, manteniendo las características sensoriales, bromatológicas, microbiológicas y de aceptación al consumidor (Ríos, J. 2005).

La harina de sorgo puede formar parte en la industria cárnica puesto que a más de aportar una fuente proteica, se le atribuyen algunas de las propiedades funcionales más apreciadas en la tecnología de alimentos como la capacidad de retención de agua (CRA), formación de geles y la emulsificación de grasas (Andújar, G. et al. 2000).

Para Hahn, R. (1970), el aprovechamiento del sorgo ya se empezó a introducir en industria occidental, especialmente pensando en las personas con celiaquía y diabetes. Se han realizado estudios sobre la posibilidad de sustituir la harina de trigo que es rica en gluten, por la harina de sorgo que no lo contiene, lo que beneficia a un alto porcentaje de población que padece celiaquía, de hecho ya existen varios productos elaborados, además por sus propiedades nutricionales

como azúcares de lenta absorción, bajo contenido graso, proteínas similares a las del maíz, el contenido vitamínico y mineral lo convierte en un potente antioxidante ya que es muy rico en vitaminas B (como la tiamina, riboflavina y niacina) y en vitamina E, abundante también en calcio, fósforo, zinc, hierro y fibra insoluble. Las pastas o fideos constituyen otra alternativa tecnológica para la utilización de la harina de sorgo, razón por el cual Pérez, A. et al. (2010), considera que en el futuro el sorgo servirá para contribuir a la seguridad alimentaria y cubrir las necesidades crecientes de los pueblos.

En el Ecuador no existe información suficiente sobre el empleo de harina de sorgo en los embutidos, por lo cual se pretende realizar un producto de bajo costo en relación a otros, siendo esta una opción de competitividad a los productos tradicionales de las industrias cárnicas y obteniendo un alimento con mejores características que beneficie a los diferentes estratos sociales del país. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2015), menciona que el sorgo no genera un impacto medio ambiental, debido a que es uno de los cultivos que consume menos agua que otros, por esta razón el sorgo necesita poca o ninguna irrigación, sistema que requiere costosas bombas de agua que con frecuencia operan a base de combustibles fósiles que emiten dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), principal gas que produce el efecto invernadero.

Por lo presentado anteriormente se han planteado los siguientes objetivos.

- Elaborar mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo)
- Evaluar las propiedades físico-químicas de la mortadela utilizando carne de cabra con diferentes niveles de harina de sorgo (2, 4 y 6%).
- Determinar las características microbiológicas y sensoriales de la mortadela.
- Establecer los costos de producción y su rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LA CARNE**

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012), la carne es un tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post-rigor), comestible, sano, limpio e inocuo de animales de abasto destinadas para el consumo humano, conforme lo establece la Norma NTE INEN 1217. Desde el punto de vista nutricional, su importancia deriva de su composición es decir, dispone de proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, además de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad, es rica en vitamina B12 y hierro, los cuales no se encuentran fácilmente disponibles en los vegetales de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015).

### **B. CARNE DE CABRA**

#### **1. Generalidades**

El Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2012), menciona que la carne de origen caprino se caracteriza por ser comparativamente magra y por lo tanto posee un nivel bajo en colesterol y con mayor digestibilidad, así como también es rica en algunos aminoácidos tales como son la arginina, leucina e isoleucina, además, la carne de cabra es más apreciada en diversos países de los trópicos, debido posiblemente a su bajo contenido graso.

Peña, R. et al. (2015), manifiestan que contiene menos grasa que la carne de pollo, res, cerdo y otras carnes rojas consumidas comúnmente, a más de destacarse por su excepcional ternura, tanto en animales jóvenes como en adultos. Esta carne no presenta el marbledo, como las carnes de origen vacuno, por tal razón es considerada "magra" y dietética; también muestra un coeficiente de digestibilidad del 97%. Por lo demás Robaina, R. (2012), comenta que la carne caprina es aceptable, como parte de las recetas preparadas, así como también en la elaboración de productos en la industria cárnica.

## 2. Valor nutritivo

Madruga, M. et al. (2006), argumentan que la composición de la carne de cabra en cuanto a la humedad, proteína, grasa y ceniza es parecida a la carne de res, pollo, cerdo y cordero, cabe recalcar su bajo contenido graso que la hace una de las carnes con menor porcentaje de materia grasa dentro de los animales de abasto, como se muestra en el (cuadro 1).

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE CAPRINA COMPARADA CON DIFERENTES ESPECIES (%).

Especie	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza
Vacuno.	72.72	21.01	4.84	0.91
Ovino.	72.24	18.91	6.53	2.16
Porcino.	59.18	19.37	20.06	0.79
Caprino.	73.80	20.65	4.30	1.25
Gallina.	72.04	21.87	3.76	1.31
Pato.	70.08	19.60	7.85	1.47
Llama.	69.17	24.82	3.69	1.41
Alpaca.	74.60	20.33	4.13	1.36
Vicuña.	72.15	19.56	3.16	1.17

Fuente: Solís, R. (2006).

Al hablar del valor nutritivo de la carne de cabra, el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2012), señala que es un alimento que destaca por su contenido en yodo, selenio, cinc, colesterol proteínas, sodio, vitaminas E, B6, B3, ácidos grasos poliinsaturados, magnesio y agua.

La Asociación Argentina Caprina (2010), manifiesta que en base a estudios realizados a la carne caprina, han determinado que es naturalmente dietética e hipocalórica, la misma que la convierte en una excelente alternativa de alimentación

En el cuadro 2, se muestra cual es el aporte de colesterol y minerales de la carne en canales de diferentes especies.

Cuadro 2. CONTENIDO DE COLESTEROL Y MINERALES DE LA CARNE EN CANALES DE DIFERENTES ESPECIES.

Componente/100g	Cabra	Borrego	Res	Cerdo
Energía (cal)	180	205	215	212
Colesterol (mg)	57	92	85	85
Calcio (mg)	16.6	15.3	8.2	21.2
Hierro (mg)	2.3	2.0	3.0	1.1
Sodio (mg)	82.0	74.1	67.1	60.0

Fuente: Jiménez, M. et al. (2013).

## C. SORGO

### 1. Generalidades

El sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*), es un cereal que debido a sus características tanto agronómicas como nutricionales pudiera aportar con diferentes beneficios en la alimentación, humana y animal. En la actualidad el sorgo no ha formado parte trascendental en la alimentación, y la producción del mismo; sin embargo, ensayos han demostrado que el sorgo puede formar parte de muchos procesos para la fabricación de productos en la industria alimentaria, según lo enunciado por Pérez, A. et al. (2010).

Para López, N. et al. (2011), el sorgo constituye una alternativa potencial para la fabricación de alimentos dirigidos al consumo humano, ya que posee características importantes como: ausencia de gluten, rico en vitaminas del complejo B, minerales y carbohidratos, características que pueden brindar una solución ante el aumento de la demanda de alimentos y bebidas para celíacos. Por otra parte Domanski, C. et al. (1997), comenta que su bajo contenido de tanino y mayor digestibilidad, junto con una adecuada cantidad y calidad de sus proteínas son características quienes la hacen más eficiente su utilización. La calidad de la proteína del sorgo, está sujeta a la capacidad de satisfacer los requerimientos proteicos de la alimentación los mismos que dependen de dos factores como: el porcentaje de proteína total y la distribución de aminoácidos que la componen. En este aspecto el sorgo está limitado de una manera general por el

bajo contenido de lisina similar a los demás cereales, asimismo se han encontrado cantidades detectables de vitaminas liposolubles como, D, E y K.

De acuerdo a Saucedo, O. (2008), el sorgo no solo puede ser utilizado en la alimentación de los animales, también puede llegar a ser utilizado para propósitos industriales; debido a que posee los mismos usos que el maíz. Este cereal se destaca por la producción de almidón, aceites comestibles, elaboración de cervezas, bebidas, miel de dextrosa, materias colorantes, cosméticos, papel, productos farmacéuticos, confituras, mezcla en café y productos cárnicos.

La elaboración de harina de sorgo también es otro de los usos más importantes que se le puede dar a este tipo de cultivo debido a que es más blanca y nutritiva que la del mijo; con ella se pueden fabricar tortas y galletas, que sirven de base en la alimentación humana. El grano se consume quebrándolo y cocinándolo de la misma forma que el arroz, o moliéndolo para obtener harina y elaborar pan sin levadura, según lo expresado por Pérez, A. et al. (2010).

## **2. Valor nutritivo**

El Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa Internacional Sorgo y Mijo (INTSORMIL, 2010), afirma que el sorgo es un cereal rico en hierro, zinc, fibra dietética y antioxidantes, es por eso que se lo considera importante para combatir y prevenir el cáncer de colon, diabetes, anemias etc. Al no contener gluten se vuelve en un alimento importante en la dieta de personas con enfermedades celiacas. Para la mayoría de los cereales existe un consenso generalizado de que la calidad nutritiva de un alimento es tan importante así como la cantidad. Esto no es una excepción en el sorgo, el mismo que se puede definir la calidad como una de las propiedades que optimizan su aprovechamiento

Según Araneda, M. (2015), cerca del 80 % de los lípidos existentes en el sorgo son insaturados, constituyendo el 49% de ácido linoleico, 31% oleico, 14% palmítico, 2.7% linoleico y el 2.1% esteárico, siendo el ácido oleico y el linoleico los de mayor valor frente a los demás ácidos grasos. En el cuadro 3, se describe el valor nutritivo promedio del grano de sorgo por cada 100 g de producto.

Cuadro 3. VALOR NUTRITIVO PROMEDIO DEL GRANO DE SORGO POR CADA 100 g DE PRODUCTO.

Nutriente	Unidad	Contenido
Materia seca	g	86-90
Proteína	g	11-7
Carbohidratos	g	74-70
Lignina	g	4.0-3.0
Lípidos	g	3.7
Fibra	g	2.2
Minerales	g	1.7
Calcio	mg	22
Hierro	mg	3.8
Fosforo	mg	242
Sodio	mg	8
Potasio	mg	44
Zinc	mg	1.5
Vitamina	mg	0
Vitamina B1	mg	0.33
Vitamina B2	mg	0.18
Vitamina B3	mg	3.9

Fuente: INTA (2013).

## D. HARINA DE SORGO

### 1. Generalidades

El Codex Alimentarius (2007), describe a la harina de sorgo como el producto obtenido de un proceso de trituración o molienda industrial de los granos hasta alcanzar un grado de finura considerablemente apropiado. Según las palabras de Hahn, R. (2008), la harina de sorgo se la puede utilizar en la industria cárnica especialmente para unir los ingredientes, ésta absorbe la humedad del hielo y actúa como un agente emulsionante entre la grasa, las proteínas y el agua, otra función que cumple es la de reducir el costo de producción.

## 2. Valor nutritivo

El Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa Internacional Sorgo y Mijo (INTSORMIL, 2010), aduce que la harina de sorgo está formada por diferentes componentes importantes como se describe en el (cuadro 4).

Cuadro 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DE SORGO EN 100 g DE PRODUCTO.

Componente nutricional	Valoración
Carbohidratos (%)	86
Proteínas (%)	8
Grasa (%)	3
Fibra cruda (%)	1
Lisina (mg)	2,4
Treonina (mg)	3,3
Valina (mg)	4,8
Isoleucina (mg)	3,8
Leucina (mg)	13,3
Tirosina (mg)	1,8
Metionina (mg)	1,2

Fuente: INTSORMIL (2010).

## E. MORTADELA

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012), en la Norma NTE INEN 1338 define a la mortadela como un producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; el cual es embutido en tripas naturales o artificiales, cocidas, ahumadas o no. Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014), la diferencia existente entre la mortadela y otros tipos de embutidos escaldados es su formulación y su presentación, debido a que son embutidos gruesos.

## 1. Composición química y nutricional

En el cuadro 5, se muestra la composición química y nutricional de la mortadela por cada 100 g de alimento según lo señala Reyes, M. et al. (2009).

Cuadro 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA MORTADELA.

Componente	Unidad	Cantidad (gr/100gr)
Agua	g	57.90
Proteína	g	9.80
Lípidos	g	17.90
Ceniza	mg	3.20
Calcio	mg	82.0
Fósforo	mg	166
Zinc	mg	2.03
Hierro	mg	2.0
Tiamina	mg	0.05
Riboflavina	mg	0,07
Niacina	mg	1.60
Vitamina C	mg	1.0

Fuente: Reyes, M. et al. (2009).

## 2. Requisitos específicos

En el cuadro 6, se indica los requisitos que debe cumplir la mortadela como lo señala el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), en la Norma NTE INEN 1340.

Cuadro 6. ADITIVOS PERMITIDOS EN LA ELABORACIÓN DE MORTADELA.

Aditivo	Máximo* mg/kg
Ácido ascórbico y sus sales	500
Nitrito de sodio y/o potasio	125
Polifosfatos (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3 000

\* Dosis máxima calculada sobre el contenido neto total del producto final

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1340 (1996).

El cuadro 7, muestra los requisitos bromatológicos que debe cumplir la mortadela.

Cuadro 7. REQUISITOS BROMATOLÓGICOS DE LA MORTADELA.

Requisito	Min.	Máx.
Pérdida por calentamiento, %	-	65
Grasa total, %	-	25
Proteína, %	12	-
Cenizas (libre de cloruros), %	-	3,5
pH	5,9	6,2
Almidón, %	-	5

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1340 (1996).

De acuerdo con los requisitos microbiológicos el producto analizado para una muestra unitaria debe cumplir con lo propuesto en el (cuadro 8).

Cuadro 8. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA UNITARIA.

Requisitos	n	c	m	M
Aerobios mesófilos, ufc/g	5	3	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$
<i>Escherichia coli</i> , ufc/g *	5	2	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
<i>Staphylococcus aureus</i> , ufc/g *	5	2	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$
Salmonella1/ 25 g **	5	0	Ausencia	-----

1 Especies cero tipificadas como peligrosas para humanos.

\* Requisitos para determinar término de vida útil.

\*\* Requisitos para determinar inocuidad del producto.

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1338 (2012).

### **3. Resultados de otras investigaciones**

De acuerdo a Guzmán, A., e Ilbay, M. (2009), en el trabajo investigativo, elaboración de mortadela especial con la utilización de la carne de llama (*Lama glama*), con diferentes porcentajes de harina de quinua y fécula de papa, reportó valores de grasa de 18.25%, proteína 27.82%, humedad 62.74% y cenizas 6.3%. Mientras que en el análisis microbiológicos para Coliformes totales, los valores fueron de negativo a  $2 \times 10$  UFC/g.

Según García, O. et al. (2013), en el estudio efecto de adición de la harina de *Phaseolus vulgaris* sobre las propiedades físico químicas y sensoriales de la Bologna, menciona valores de: humedad 62.25%, cenizas 2.63%, grasa 12.52% y proteína 14.44%. Mientras que para el análisis sensorial obtuvo valores de: color 6.85, olor 6.26, sabor 6.26 y firmeza 6.28. Estos valores demostraron un buen grado de aceptabilidad por parte de los consumidores.

En lo referente a Neves, L. et al. (2006), en el tema de investigación, elaboración de embutido tipo mortadela con harina de arroz, alcanzaron valores de: humedad 64.79%, proteína 15.74%, cenizas 3.35%, extracto etéreo 14.69% y carbohidratos 1.43%. En tanto para los resultados microbiológicos fueron: Coliformes negativo.

En cuanto a Verdesoto, G. (2005), al realizar su trabajo de investigación, elaboración de la mortadela de pollo con adición de diferentes porcentajes de harina de quinua, obtuvo valores de: proteína 15.23%, grasa 14.65%, humedad 48.39% y cenizas 3.84%. Por otra parte el análisis microbiológico fue:  $3.0 \times 10^1$  a  $3.5 \times 10^1$  UFC/g de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* negativo. De la misma manera en cuanto al análisis sensorial sus valores fueron los siguientes: color 9.57, olor 9.57, sabor 9.08 y textura 9.04, los resultados fueron valorados sobre 10 puntos demostrando de esta manera que el producto fue de agrado para los consumidores.

El estudio efectuado por Carrillo, M. (2012), sobre la utilización de okara de soya en un embutido cárnico de pollo. Alcanzó datos sobre, humedad 73.25%, grasa 5.35%, proteína 16.51%, cenizas 3.79% y fibra 0,98%. Mientras que en el análisis sensorial obtuvo valores de 8.80 sobre 9 puntos en cuanto a la textura que demuestran su aceptabilidad.

Por otra parte Taticuán, A. (2013), en el tema de tesis, evaluación de mortadela tipo bologna utilizando berenjena (*Solanum melongena L.*) y harina de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) como mejoradores de rendimiento y calidad. Reportó valores en su análisis sensorial en cuanto al color 6.17, olor 6.13, sabor 5.82, apariencia 5.78 y textura 5.83, los mismos que en un rango de 1 a 7 puntos demostraron que el producto fue de mucho agrado para los consumidores.

En lo que refiere al estudio realizado por Ochoa, J. (2014), sobre los niveles de harina de banano y carragenato semi-industrial en la formulación de mortadela de pollo reportó valores de: humedad 65.92%, proteína 18.05%, grasa 7.78%, cenizas 3.24% y pH 6.23. Mientras que para los análisis microbiológicos sobre Coliformes totales fue negativo.

Con respecto a Zárate, L. et al. (2013), en la investigación, sustitución del almidón en la formulación de mortadela por almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo *Phureja*), obtuvo valores de: humedad 61.85%, grasa 9.65%, proteína 15.76% y pH 6.79.

Según Laje, C. (2012), al realizar el estudio sobre los niveles de fécula de maíz (*Zea Mays L.*) en la elaboración de mortadela de pollo, señaló datos de: humedad 62.46%, proteína 13.93%, cenizas 3.79% y grasa 23.44%. Mientras que para los resultados microbiológicos  $2.5 \times 10$  UFC/g de Coliformes totales.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de Producción de Cárnicos al igual que en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

La duración con la que se contó para la realización del presente estudio experimental fue de 60 días (2 meses), tiempo en el cual se realizaron los diferentes análisis como: microbiológicos, bromatológicos y organolépticos del producto elaborado.

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Para el trabajo investigativo se desarrollaron 16 unidades experimentales con un tamaño de 5 kg por cada unidad, de las que se tomaron muestras de 200 g por repetición, con el propósito de realizar los respectivos análisis.

#### **C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones utilizadas fueron los siguientes:

##### **1. Instalaciones**

- Área de procesamiento de cárnicos.
- Área de refrigeración.
- Área de catación del Laboratorio de Helados y Conservas.
- Laboratorio de Microbiología y Parasitología Animal.
- Oficina.
- Bodega.
- Baños y vestidores.

## **2. Obtención de la harina de sorgo**

### **a. Equipos**

- Estufa.
- Molino para cereales.

### **b. Materiales**

- Recipientes de plástico.
- Bandejas plásticas.
- Bandejas de aluminio.
- Tamices.
- Toallas de cocina.
- Servilletas.
- Fundas Ziplot.

### **c. Materia prima**

- Grano de sorgo.

## **3. Elaboración de la mortadela**

### **a. Equipos**

- Molino de carne (discos de 3mm y 8mm).
- Cutter.
- Embutidora.
- Marmita.
- Vitrina frigorífica.
- Báscula.
- Balanza analítica.
- Purificador de agua.
- Empacadora al vacío.

**b. Materiales**

- Hilo.
- funda de empaque para mortadela.
- Tina de enfriado.
- Cuchillos.
- Mesas de acero inoxidable.
- Materiales de protección personal (mandil, botas, mascarilla, cofia, guantes).

**c. Ingredientes**

- Carne de cabra.
- Carne de cerdo.
- Tocino.
- Harina de sorgo.
- Hielo.
- Fosfatos.
- Conservantes.
- Preservantes.
- Condimentos.

**4. Equipos y materiales de laboratorio**

- Estufa.
- Autoclave.
- Cabina de flujo laminar.
- Balanza analítica.
- Tubos de ensayos.
- Mechero de Bunsen.
- Pipetas.
- Frascos termoresistentes.
- Cajas recolectoras.
- Placas petrifilm.
- Pipeteador.

## D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó las características de la mortadela elaborada con carne de cabra y diferentes niveles de harina de sorgo (2, 4 y 6%) con el propósito de compararlas con un tratamiento testigo (0% de harina de sorgo), por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales, cada uno con 4 repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 5 Kg.

La descripción de los tratamientos que se llevó a cabo en la investigación fue la siguiente:

- T0: Con el 0% de harina de sorgo (Testigo).
- T1: Adición del 2% de harina de sorgo.
- T2: Adición del 4% de harina de sorgo.
- T3: Adición del 6% de harina de sorgo.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), mientras que para su análisis respectivo se empleó el siguiente modelo lineal aditivo.

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

### 1. Esquema del experimento

El esquema del experimento desarrollado en la investigación se describe en el (cuadro 9).

Cuadro 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

N. Harina de sorgo	Código	Repetición	T.U.E*	Total Kg/Trat
0 %	T0	4	5	20
2 %	T1	4	5	20
4 %	T2	4	5	20
6 %	T3	4	5	20
Total Kg				80

T.U.E\*: Tamaño de la Unidad Experimental.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales consideradas fueron:

### 1. Variables físico – químico

- Humedad, %.
- Proteína, %.
- Grasa, %.
- Ceniza, %.
- Fibra, %.
- pH.

### 2. Valoración microbiológica

- Coliformes totales, UFC/g.
- *Escherichia coli*, UFC/g.
- *Staphylococcus aureus*, UFC/g.

### 3. Análisis sensorial

- Aspecto, puntos.
- Color, puntos.
- Olor, puntos.
- Sabor, puntos.

- Textura, puntos.

#### 4. Análisis económico

- Costo de Producción, dólares/Kg.
- Beneficio/Costo.

### F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Para los resultados experimentales del producto en estudio se realizó los siguientes análisis estadísticos.

- Análisis de varianza ADEVA para las diferencias en las variables del análisis físico químico.
- Separación de medias mediante Tukey al nivel de Significancia  $P < 0.05$ .
- Para la valorización de las características organolépticas, se utilizó la prueba de Rating Test.
- Análisis de regresión y correlación al mejor ajuste de la curva.

El esquema del análisis de varianza (ADEVA) desarrollado se describe en el (cuadro 10).

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error Experimental	12

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Proceso para la elaboración de la harina de sorgo**

Para el proceso de elaboración de la harina de sorgo se realizaron los siguientes pasos:

- Selección del grano: (libre de insectos y otros daños aparentes), a más de las características indicadas, el grano de sorgo fue de calidad es decir, no presentó rupturas, ataque de insectos, presencia de moho, o cualquier tipo de daño que afecte su integridad.
- Limpieza del grano: Para la limpieza del grano se procedió a eliminar cualquier tipo de material extraño presente en el grano de sorgo, esto se logró con la ayuda de ventiladores los cuales mediante la expulsión de corriente de aire ayudaron a la separación de cualquier tipo de material ajeno al mismo.
- Lavado y secado: Se lo realizó de forma manual, sumergiendo los granos de sorgo en agua y retirando la basura y granos huecos que se encontraron flotando en la superficie, posteriormente se decantó el agua hasta que esta se encontró limpia, para luego secarlo en la estufa a 80°C por 2 horas con el propósito de reducir la humedad lo más pronto posible, este paso se lo efectuó con rapidez evitando de esta manera el ataque de hongos los mismos que pueden arruinar el grano debido a un alto nivel de humedad.
- Molienda: En este caso se utilizó un molino para cereales, el mismo que trituró el grano de sorgo, transformándolo en partículas muy pequeñas para posteriormente cernirlas.
- Cernido: Consistió en separar las cascaras y partículas gruesas presentes en la harina de sorgo.
- Empacado: La harina obtenida de la trituración de los granos de sorgo, se colocó en fundas con sellado hermético para su posterior utilización.

## 2. Proceso para la elaboración de la mortadela

Para la elaboración de la mortadela en la presente investigación se tomó en cuenta la siguiente formulación (cuadro 11).

Cuadro 11. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor L. Moench* (SORGO) POR CADA REPETICIÓN (5 Kg).

Ingredientes	T0	T1	T2	T3
	%	%	%	%
<b>Materia Prima</b>				
Carne de Cabra.	50,00	50,00	50,00	50,00
Carne de Cerdo.	30,00	28,00	26,00	24,00
Grasa de Cerdo.	20,00	20,00	20,00	20,00
Harina de sorgo.	0,00	2,00	4,00	6,00
<b>Aditivos y condimentos</b>				
Sal.	1,60	1,60	1,60	1,60
Curasol.	0,05	0,05	0,05	0,05
Fosfato.	0,44	0,44	0,44	0,44
Ácido Ascórbico.	0,11	0,11	0,11	0,11
Ajo en polvo.	0,33	0,33	0,33	0,33
Cebolla.	0,33	0,33	0,33	0,33
Condimento de Mortadela.	0,90	0,90	0,90	0,90
Hielo.	15,00	15,00	15,00	15,00

El diagrama de proceso utilizado para la realización de la mortadela se muestra en el gráfico 1, el mismo que indica cada uno de los pasos ejecutados y que se lo describe en el siguiente orden:

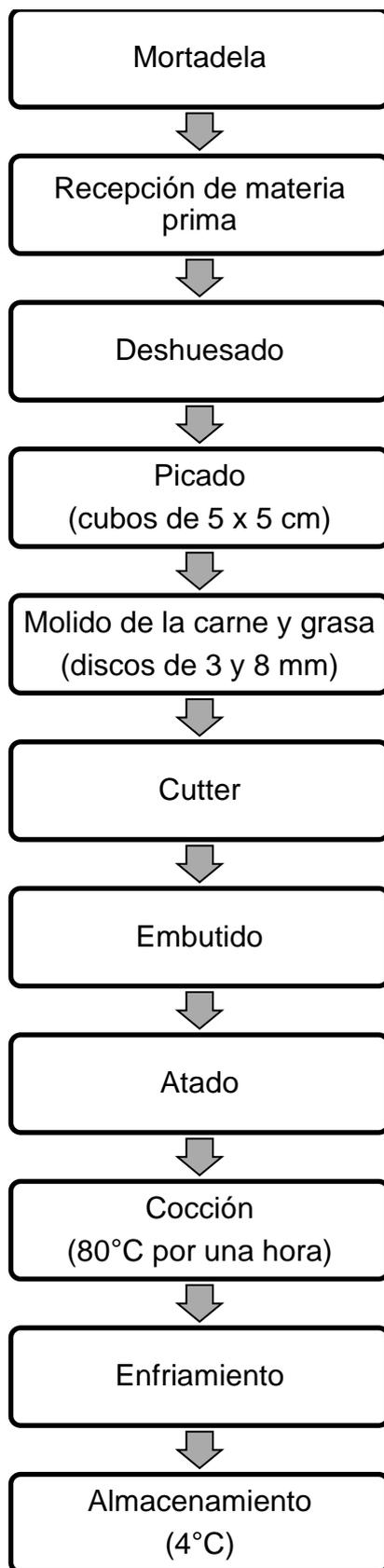
**a. Diagrama de flujo**

Gráfico 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la mortadela empleando carne de cabra con diferentes niveles de harina de sorgo.

#### (1) Recepción de la materia prima

Consistió en recibir y verificar el estado de la materia prima, aditivos y condimentos, necesarios para la elaboración del producto.

#### (2) Deshuesado

El propósito fue separar el musculo de los huesos, mediante la utilización de cuchillos o materiales cortantes.

#### (3) Picado

Esta operación cumple la función de romper las fibras musculares permitiendo al medio solvente extraer las proteínas solubles presentes en la carne.

#### (4) Molido de la carne

Se utilizó un disco de 3mm para la carne, mientras que para la grasa se utilizó un disco de 8mm. La finalidad del molido fue ayudar en el proceso del cutteado.

#### (5) Cutter

Consistió en adicionar los diferentes ingredientes como: carne, sal más nitritos, hielo, fosfatos, escorbatos, grasa, condimentos y formar una emulsión.

#### (6) Embutido

Durante esta operación la masa de carne se introdujo en una envoltura flexible para mortadela mediante la utilización de una embutidora de pistón.

#### (7) Atado

Las mortadelas se amarraron en cadena, aproximadamente cada 30 centímetros, utilizando hilo de algodón.

#### (8) Cocción

Este paso se lo efectuó por inmersión en agua caliente a una temperatura de 80°C, durante una hora. Un mal manejo en la cocción puede llegar a afectar la coloración de la mortadela, y si las temperaturas y los tiempos de cocción no son los requeridos afectan el corte.

#### (9) Enfriado

El enfriado se realizó mediante el uso de baños de agua fría, con la finalidad de bajar la temperatura lo más rápido posible y evitar que se den alteraciones microbiológicas.

#### (10) Almacenamiento

Se colocaron las mortadelas en refrigeración a 4°C para su posterior utilización en los diferentes análisis.

### **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

En el producto obtenido se aplicó distintas pruebas de laboratorio con el propósito de conocer cuáles son sus valores en cuanto a su contenido nutricional, microbiológico y organoléptico de cada uno de los tratamientos realizados, esto con la intención de identificar y comparar entre sí, que tratamiento reporto mejores resultados.

#### **1. Valoración bromatológica**

Para la valoración del análisis bromatológico se tomó muestras de 200 g de mortadela de cada uno de los tratamientos realizados en la presente investigación y se envió para sus respectivas pruebas en el Laboratorio de Bromatología y Microbiología de Agrocalidad, ubicado en la parroquia Tumbaco de la ciudad de Quito en él se analizaron los diferentes parámetros como: proteína, humedad, ceniza, fibra, grasa y pH.

## **2. Valoración microbiológica**

Para el análisis microbiológico del producto, se tomó 1 g de muestra de los diferentes tratamientos, con el objetivo de determinar la presencia de microorganismos tales como: Coliformes totales (AOAC Método Oficial 991.14), *Escherichia coli* (AOAC Método Oficial 991.14), *Staphylococcus aureus* (AOAC Método Oficial 2003.07). Estas pruebas se realizaron en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología Animal, de la Facultad de Ciencias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## **3. Valoración organoléptica**

Se realizó mediante una prueba afectiva de aceptación analizando diferentes parámetros, en el que se valoró el aspecto, color, olor, sabor y textura, en una escala de 9 puntos según lo propuesto por Ramírez, J. (2012), que va desde 1 como “pésimo”, hasta 9 como “excelente”, con el fin de ayudar a determinar el nivel de aceptación por parte de los consumidores. Para este análisis se contó con la ayuda de 28 catadores no entrenados escogidos aleatoriamente, en los que participaron estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para la degustación del producto se sirvió a cada uno de los panelistas cuatro muestras diferentes previamente codificadas con números aleatorios, esto con la finalidad de identificar el mejor tratamiento en el momento de la tabulación de los datos. Previo a la degustación se colocó agua, galletas integrales y servilletas en cada uno de los paneles de catación junto con la hoja de respuesta.

Los atributos analizados en esta investigación se evaluaron en base a la descripción que se muestra en el (cuadro 12).

Cuadro 12. PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor L. Moench* (SORGO)".

Descripción	Valoración
Excelente.	9
Muy bueno.	8
Bueno.	7
Aceptable.	6
Indiferente.	5
Regular.	4
Malo.	3
Muy malo.	2
Pésimo.	1

#### 4. Análisis Económico

Para el análisis económico se evaluó las variables de producción como el costo de producción y el beneficio/costo del producto elaborado. Por lo tanto para el costo de producción se sumó todos los gastos de producción de la mortadela y se lo dividió para la cantidad total de cada uno de los tratamientos, mientras que el beneficio/costo se obtuvo dividiendo los ingresos totales para los egresos.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).**

Las características físico-químicas de la mortadela con carne de cabra y diferentes niveles de harina de sorgo, se describe en el (cuadro 13).

##### **1. Porcentaje de humedad**

El contenido de humedad en la mortadela presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por resultado de la inclusión de los distintos niveles de harina de sorgo, notándose el valor más alto de humedad 67,45% al utilizar el nivel 2%, no obstante el porcentaje más bajo se evidenció en el nivel 6% con el 65.46%. En cuanto, el análisis de regresión estableció una tendencia cúbica altamente significativa que indica, que a medida que se incrementa los niveles de harina de sorgo al 2% el contenido de humedad aumenta, mientras que al utilizar niveles superiores esta tiende a disminuir pero no de una manera uniforme, como se muestra en el (gráfico 2). Esto se debe a la capacidad de retención de agua (CRA), de la harina de sorgo y la carne de cabra que es de 2.06 y 22.5% respectivamente, los mismos que influyen en la humedad del producto terminado, coincidiendo a lo expresado por Forrest, J. (1979), quien indica que el contenido de humedad es directamente proporcional a la capacidad de retención de agua de la materia prima utilizada, teniendo cierta influencia sobre el rendimiento del producto.

Los valores obtenidos en el presente trabajo son inferiores a los reportados por Carrillo, M. (2012), quien al utilizar okara de soya en un embutido cárnico de pollo, obtuvo una humedad de 73.25%, a diferencia de Laje, C. (2012), que al realizar su estudio sobre los niveles de fécula de maíz (*Zea Mays* L.) en la elaboración de mortadela de pollo, indico un valor de humedad de 62.46%. Debe señalarse que los valores obtenidos al emplear los niveles 2 y 4% superan los límites permisibles según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996),

Cuadro 13. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).

Variables	Niveles de harina de sorgo, %								E.E	Prob.	Sig
	0%		2%		4%		6%				
Humedad, %	66,97	b	67,45	a	66,20	c	65,46	d	0,070	0,000	**
Proteína, %	14,07	c	15,66	a	14,50	b	14,35	bc	0,090	0,000	**
Grasa, %	13,58	a	13,28	ab	13,02	b	12,26	c	0,090	0,000	**
Fibra, %	0,00	d	0,30	c	0,39	b	0,47	a	0,003	0,000	**
Ceniza, %	3,01	bc	3,22	a	3,10	b	2,93	c	0,020	0,000	**
pH	6,16	b	6,12	c	6,18	b	6,24	a	0,010	0,000	**

E.E: Error Experimental.

Prob. >0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: Existen diferencias estadísticas.

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

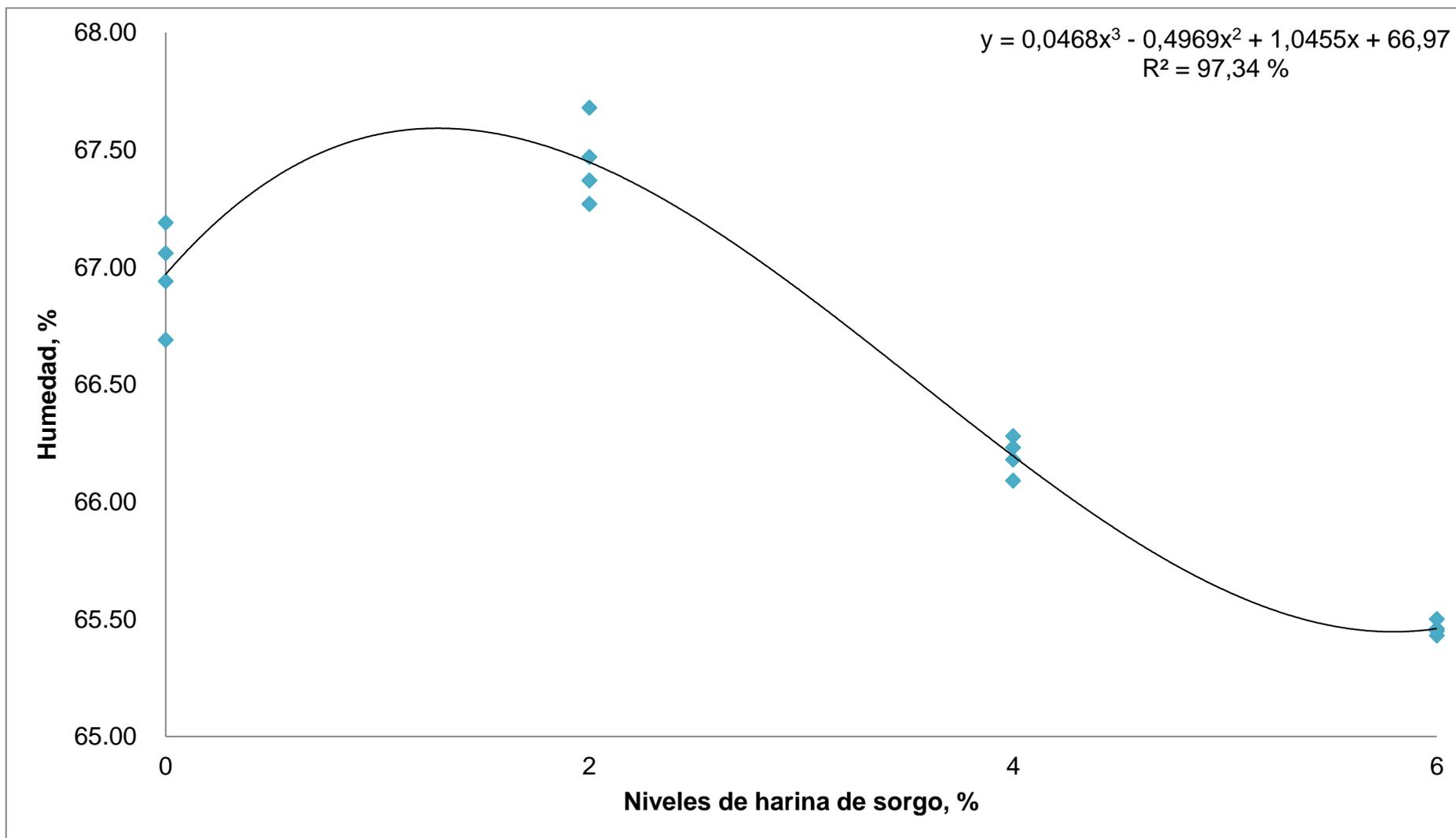


Gráfico 2. Comportamiento del contenido de humedad en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

al contrario del tratamiento 6% que se encuentra dentro de los requisitos establecidos en la Norma NTE 1340, donde señala que el valor máximo de humedad será de 65%.

## **2. Porcentaje de proteína**

El contenido de proteína presente en la mortadela mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por consecuencia de la adición de los diferentes niveles de harina de sorgo, registrando superioridad en cuanto al porcentaje de proteína de 15.66% al utilizar el nivel 2%, mientras que su valor más bajo se pudo notar en el nivel 6% con un valor de 14.35%. Por cuanto, el análisis de regresión estableció una tendencia cubica altamente significativa, esto demuestra que a medida que se incrementa los niveles de harina al 2% el contenido de proteína tiende a incrementar, pero al utilizar niveles al 4 y 6% disminuye pero no de una manera proporcional, como se muestra en el (gráfico 3). Resultado que se debe a la harina de sorgo tiene un porcentaje de proteína del 8% lo cual no es muy significativo comparado con otros cereales especialmente las leguminosas, según lo señala el Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa Internacional Sorgo y Mijo (INTSORMIL, 2010). La carne de cabra también influyó sobre las características físico-químicas del producto debido a sus excelentes propiedades entre ellas su importante nivel de proteína de 20.65% como lo manifiesta Solís, R. (2006).

Los resultados alcanzados en cuanto a la proteína son superiores a los encontrados por García, O. et al., (2013), quienes al investigar el efecto de la adición de la harina de *Phaseolus vulgaris* sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de la Bologna, reportaron un valor de 14.44%. Mientras que los valores obtenidos por, Ochoa, J. (2014), en la mortadela de pollo formulada con diferentes niveles de harina de banano y carragenato semi-industrial, mostró un 18,05% de proteína el mismo que es superior a los demostrados por el presente trabajo. Cabe señalar que los datos conseguidos son mayores a los indicados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012), que en la Norma NTE 1338, indica que el valor mínimo de proteína será del 12%, por lo tanto los resultados cumplen con lo establecido por dicha norma.

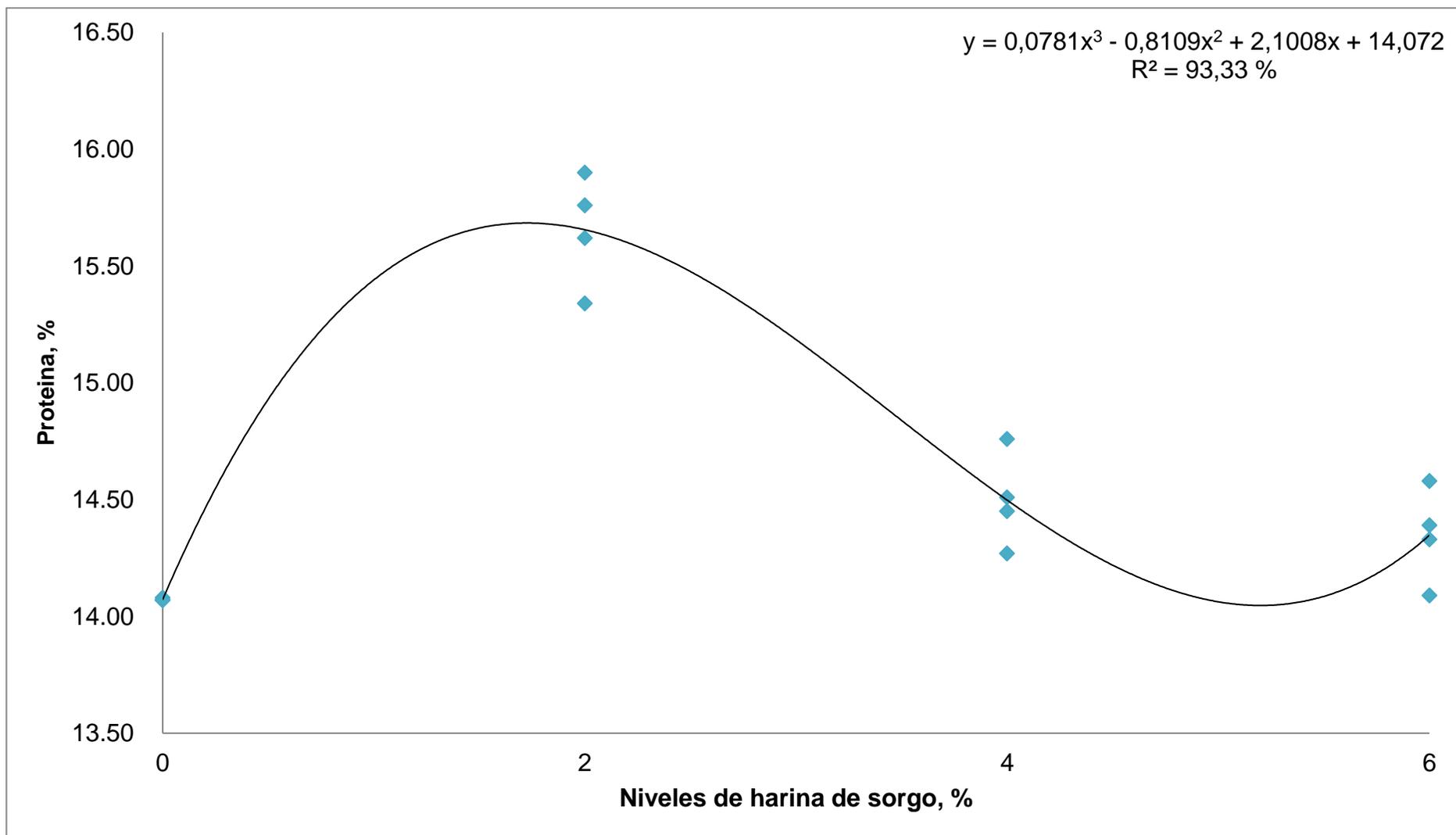


Gráfico 3. Comportamiento del contenido de proteína en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

### **3. Porcentaje de grasa**

El porcentaje de grasa en la mortadela, presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), debido a la inclusión de los distintos niveles de harina de sorgo, siendo el valor más alto 13.58% de grasa correspondiente al tratamiento control, mientras que el valor más bajo se dio en el nivel 6% el mismo que arrojó un resultado de 12.26%. Por otra parte el análisis de regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa, estableciendo que por cada unidad adicional de harina de sorgo el contenido de grasa tiende a disminuir en 0.21 unidades, como se señala en el (gráfico 4). Esto se debe a que tanto la harina de sorgo, como la carne de cabra presentan un bajo contenido graso con porcentajes de 3 y 4.3% respectivamente de acuerdo a Jiménez, M. et al. (2013).

Los valores de grasa en el presente trabajo son superiores a los señalados por Ochoa, J. (2014), quien indicó un porcentaje de grasa de 7,78 donde estudió los niveles de harina de banano y carragenato semi-industrial en la formulación de mortadela de pollo, a diferencia de Verdesoto, G. (2005), que en su investigación, en donde adiciona diferentes niveles de harina de quinua en la elaboración de la mortadela de pollo, obtuvo un porcentaje de grasa de 14.65%, el mismo que muestra superioridad a los señalados en este trabajo. Sin embargo cabe señalar que los valores mencionados cumplen lo planteado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), en la Norma NTE 1340, donde indica que el porcentaje de grasa de la mortadela no debe superar un máximo de 25%, por lo tanto los datos obtenidos en este trabajo son inferiores a los establecidos por dicha norma y se encuentran dentro de los parámetros considerados por la misma.

### **4. Porcentaje de fibra**

El contenido de fibra en la mortadela determinó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por resultado de la incorporación de los diferentes niveles de harina de sorgo, registrando el mayor porcentaje de fibra en el nivel 6% con un estimado de 0.47%, seguido de los niveles 2 y 4% con valores de 0.30% y 0.39% respectivamente, a diferencia del tratamiento control que no registro ningún valor.

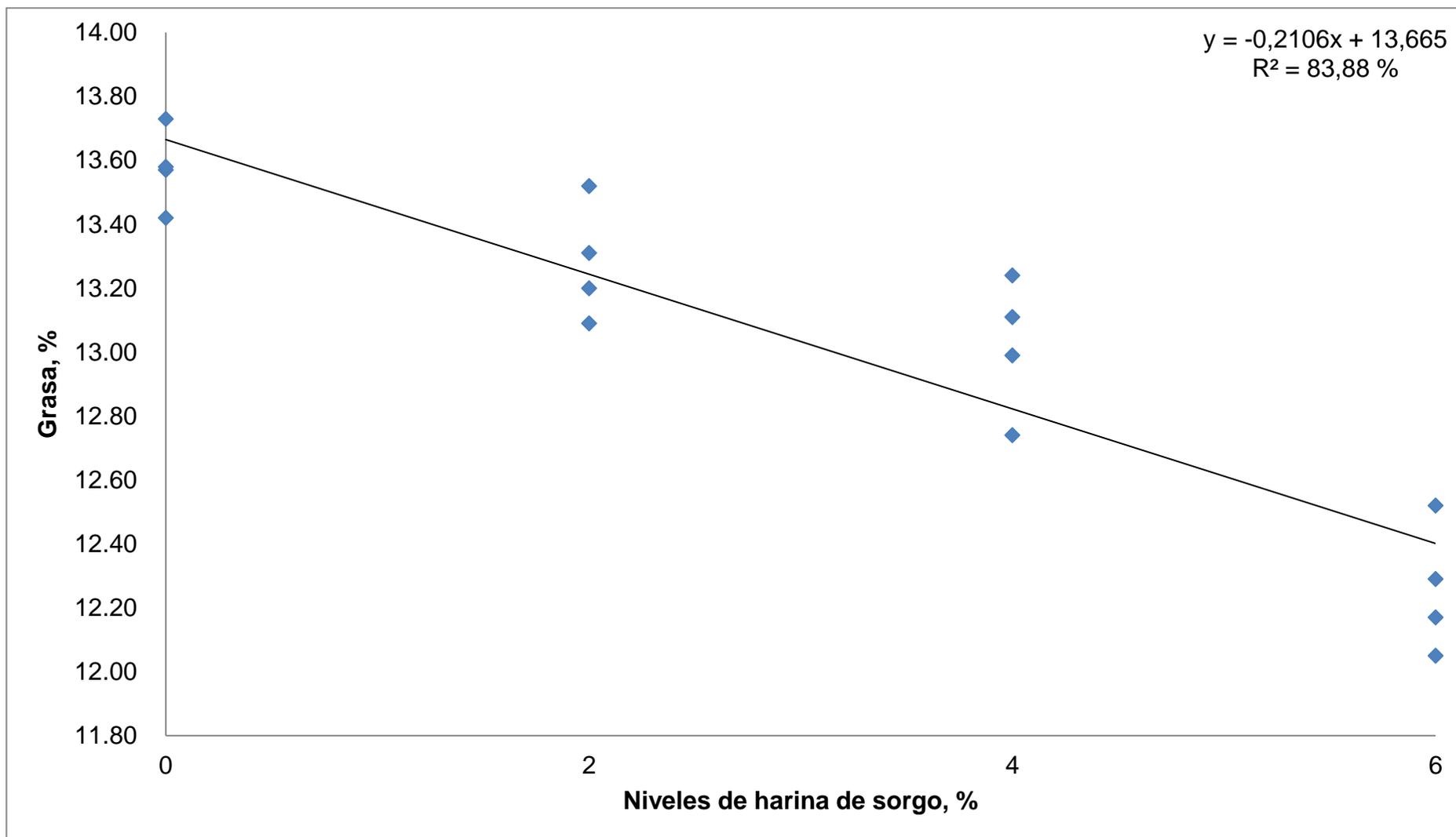


Gráfico 4. Comportamiento contenido de grasa en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

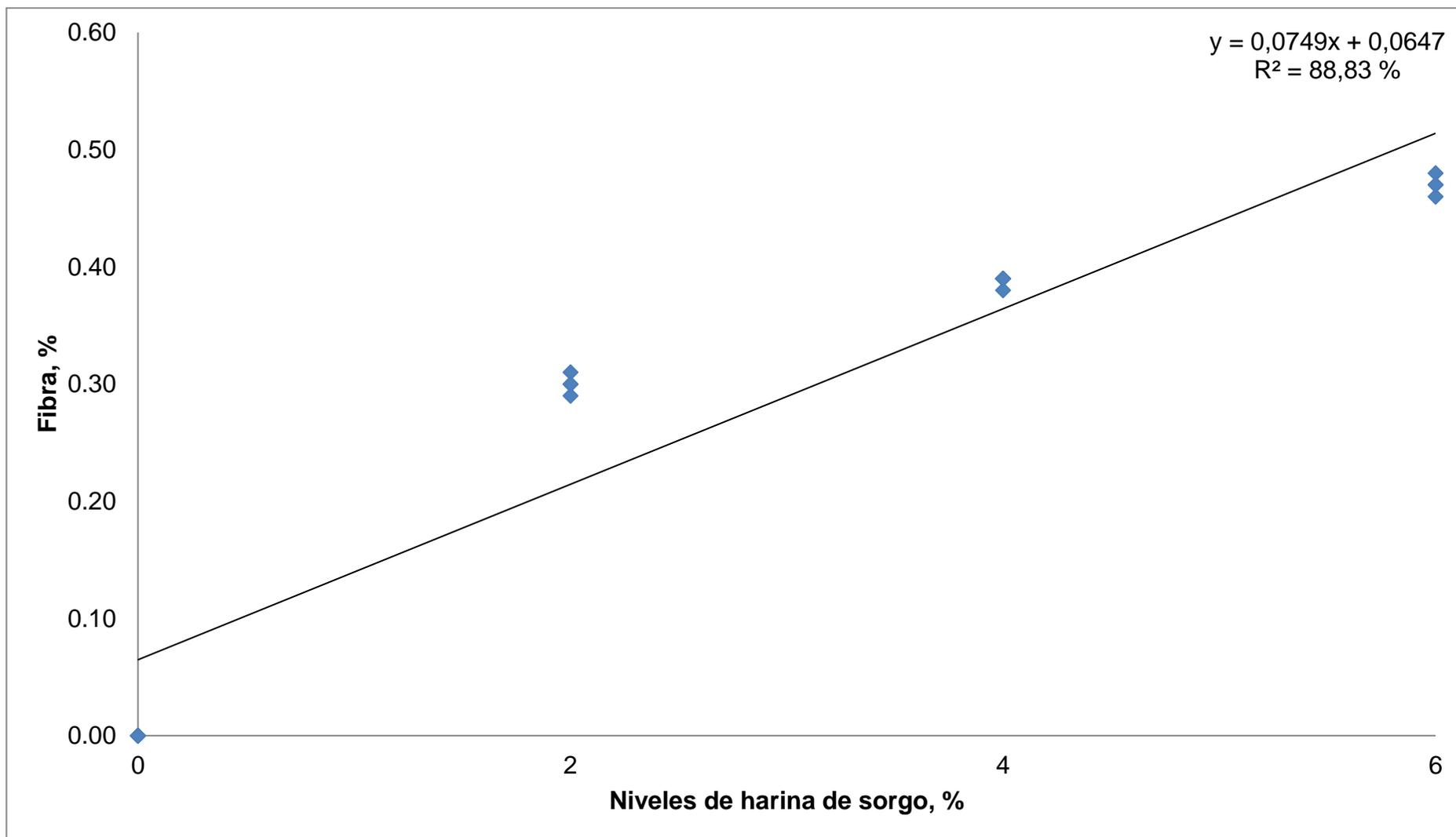


Gráfico 5. Comportamiento del contenido de fibra en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

En efecto el análisis de regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa, señalando que por cada unidad adicional de harina de sorgo el contenido de fibra tiende a incrementarse en 0.07 unidades, como se indica en el (gráfico 5). Particularidad que se debe al aporte de fibra del 2.2% por parte de la harina de sorgo según lo señala el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2013). De acuerdo con Álvarez, C (2012), en su trabajo de tesis, efecto de la proporción de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua en la mortadela tipo italiana, encontró datos sobre la fibra de 1.55% que al comparar con el presente trabajo muestran superioridad.

## **5. Porcentaje de cenizas**

El contenido de cenizas en la mortadela, mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por resultado de la adición de los distintos niveles de harina de sorgo, pudiéndose notar el porcentaje más alto en el nivel 2% y el más bajo al 6% con valores de 3.22 y 2.93% respectivamente. Cabe recalcar que en cuanto al análisis de regresión se pudo observar una tendencia cubica altamente significativa que señala, que a medida que se adiciona los niveles de harina al 2% el contenido de cenizas tiende a incrementar pero no de una manera proporcional, a diferencia de los niveles 4 y 6% en el cual el contenido de cenizas disminuye, como se indica en el (gráfico 6). Esto pasa debido a que el contenido de cenizas en la harina de sorgo y la carne de cabra es de 1.7 y 1.25 g por cada 100 g respectivamente coincidiendo a lo que menciona Navarro, M. (2007), que la cantidad de ceniza en un alimento puede considerarse como una medida general de calidad puesto que mientras más refinada sea la harina menor será su contenido de cenizas.

De esta manera al hacer referencia a lo señalado por Ochoa, J. (2014), quien en su trabajo de tesis, utilizando niveles de harina de banano y carragenato semi industrial en la mortadela de pollo, señaló un contenido de ceniza de 3.2%, el mismo que guarda similitud a los obtenidos en el presente trabajo. Sin duda los resultados anteriormente descritos, cumplen con el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), que en la Norma NTE 1340, determina que el límite máximo de cenizas que debe tener la mortadela es de 3.5%.

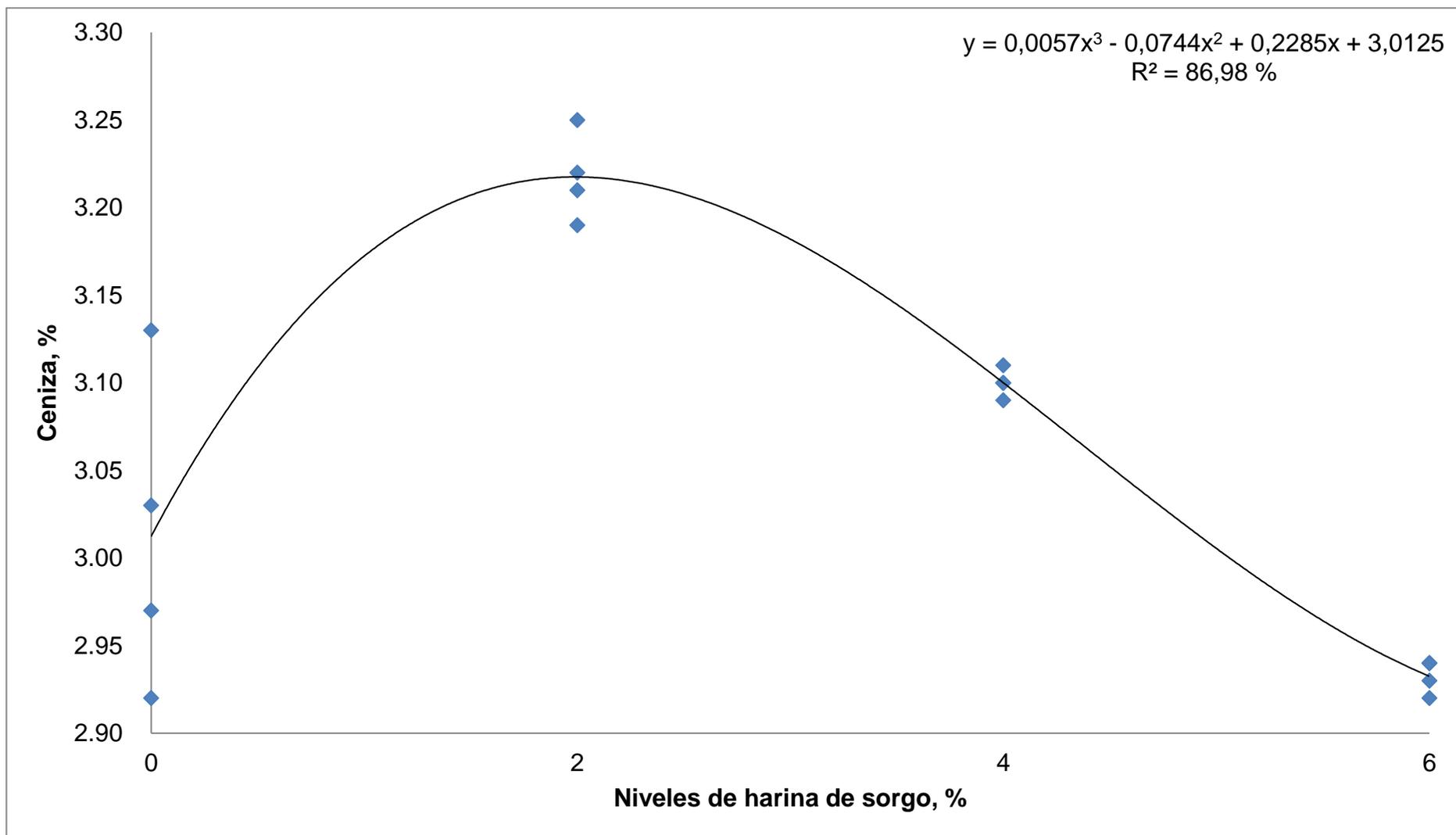


Gráfico 6. Comportamiento del contenido de ceniza en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

## 6. pH

La valoración del pH en la mortadela, presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por resultado de la adición de los diferentes niveles de harina de sorgo, pudiéndose observar el valor más alto de pH fue de 6.24 al emplear el nivel 6% mientras que el resultado más bajo 6.16 se dio en el tratamiento control. Al hablar del análisis de regresión se apreció una tendencia cubica altamente significativa, estableciendo que a medida que se adiciona harina de sorgo al nivel 2% el pH tiende a disminuir no obstante al adicionar niveles superiores este aumenta pero no de una manera proporcional, según se muestra en el (gráfico 7).

Al comparar estos resultados con el registrado por Zárate, L. et al. (2013), en su investigación, donde adicionan harina de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo Phureja), reportó un pH de 6.79, siendo este valor superior a los señalados en el presente trabajo. Por otra parte el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), en la Norma NTE 1340, establece que el pH en la mortadela debe estar dentro de un rango entre 5.9 y 6.2 por lo tanto los valores obtenidos en el presente estudio están dentro de lo establecido por dicha Norma.

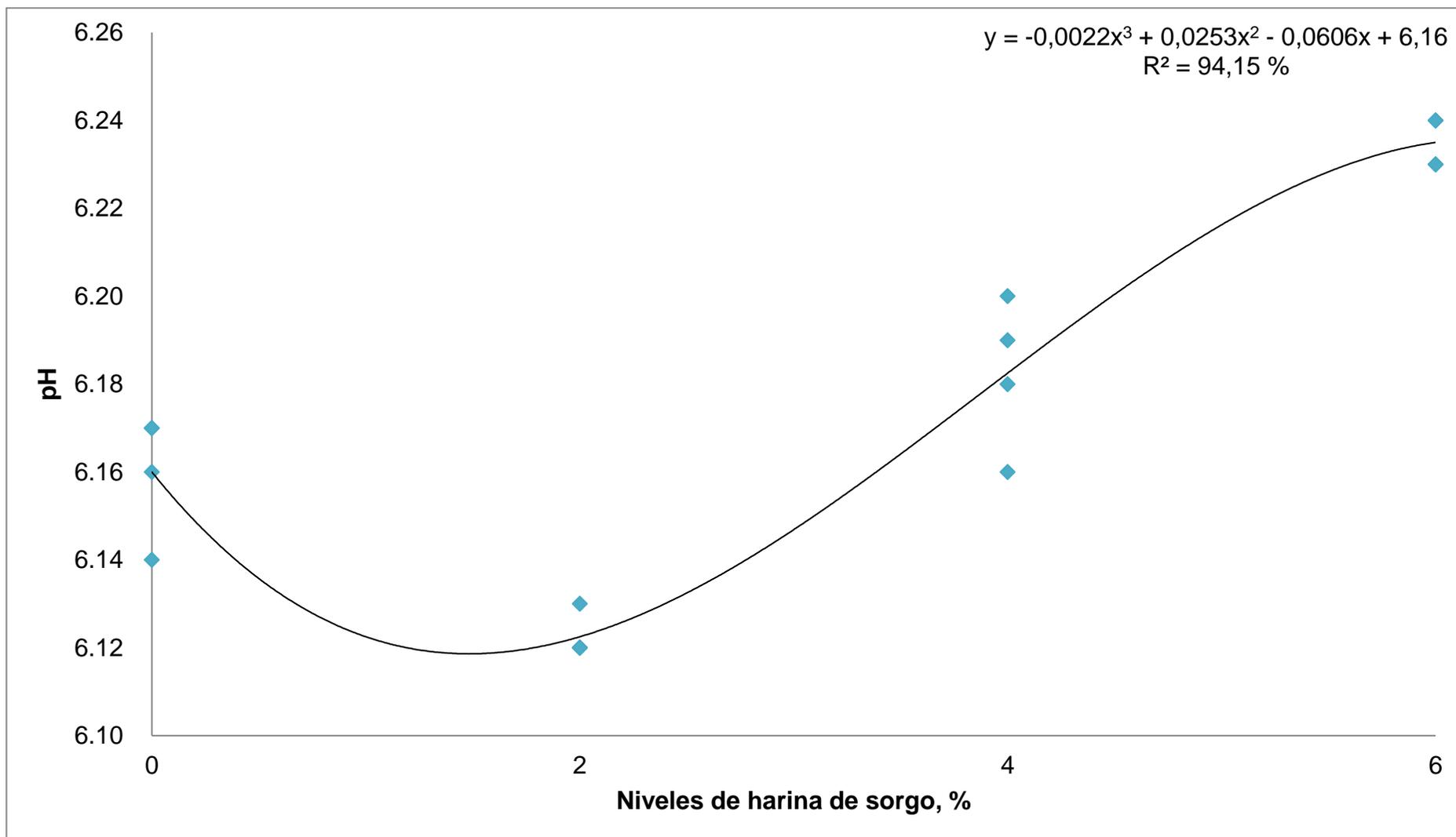


Gráfico 7. Comportamiento del pH en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

## **B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).**

Al evaluar el análisis microbiológico de la mortadela se pudo notar la ausencia de Coliformes totales y *Escherichia coli*, como se muestra en el (cuadro 14). A diferencia del microorganismo *Staphylococcus aureus* que se evidencio en los diferentes tratamientos, notándose de esta manera que no existe diferencias estadísticas, por efecto de la inclusión de los diferentes niveles de harina de sorgo, por cuanto las cantidades encontradas fluctuaron entre valores de 750 y 1500 UFC/g, que se hallaron en las mortadelas del grupo control y en las que se emplearon los distintos niveles de harina de sorgo, notándose que numéricamente existen diferencias, esto puede deberse a los distintos factores de limpieza tanto de los equipos utilizados como a los procesos de faenamiento de los animales debido a que esta bacteria es muy resistente en el medioambiente y puede encontrarse en el aire, agua, utensilios, maquinaria y superficies de la industria alimentaria de acuerdo a lo señalado por Navarro, R. (2015). En el presente trabajo las cantidades encontradas están por debajo de los parámetros exigidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012), en la Norma NTE 1338, el cual menciona que los valores permitidos para *Staphylococcus aureus* debe estar dentro de un rango de  $1.0 \times 10^3$  a  $1.0 \times 10^4$  UFC/g, demostrando que los resultados obtenidos cumplen con los requisitos sanitarios establecidos por dicha norma y es apto para el consumo humano.

Guzmán, A., & Ilbay, M. (2009), en su trabajo investigativo en donde elaboran mortadela especial utilizando carne de llama (*Lama glama*) con diferentes porcentajes de harina de quinua y fécula de papa, reportaron valores en Coliformes totales de negativo a  $2 \times 10^1$  UFC/g, siendo sus valores superiores a los de la presente investigación. Mientras que Verdesoto, G. (2005), en su trabajo de tesis elaboró una mortadela de pollo con adición de diferentes porcentajes de harina de quinua, arrojó resultados en cuanto al análisis microbiológico de  $3.0 \times 10^1$  a  $3.5 \times 10^1$  UFC/g en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* negativo, siendo sus valores inferiores a los reportados en el presente trabajo pero similar en cuanto a los valores de *Escherichia coli*.

Cuadro 14. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).

Variables	Niveles de harina de sorgo, %				E.E	Prob.	Sig
	0%	2%	4%	6%			
Coliformes totales (UFC/g)	0,00	0,00	0,00	0,00			
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	0,00	0,00	0,00	0,00			
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	250,00 a	750,00 a	1000,00 a	1500,00 a	367,990	0,1678	ns

E.E: Error Experimental.

Prob. >0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: Existen diferencias estadísticas.

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

### **C. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).**

Los resultados en cuanto al análisis sensorial se presentan en el (cuadro 15).

#### **1. Aspecto (puntos)**

En la variable aspecto se pudo observar que no existen diferencias significativas ( $P>0.05$ ), entre los tratamientos, por efecto de la inclusión de los diferentes niveles de harina de sorgo, siendo 7.54/9 del tratamiento control la puntuación más alta que corresponde a muy bueno mientras que 7.11 del tratamiento 4% fue la más baja correspondiente a bueno como se indica en el (gráfico 8). Esto se debe a que la harina de sorgo al mezclarse con la carne le atribuye a la pasta propiedades funcionales como: capacidad de retención de agua, emulsión de grasas, que luego de terminado el producto le confiere mejores características físicas, generalmente detectada a través de la vista y que comprende el color, brillo y la forma que puede tener un alimento según lo expone Picallo, A. (2002).

#### **2. Color (puntos)**

La valoración asignada al atributo color, reportó diferencias no significativas ( $P>0.05$ ), por resultado del empleo de diferentes niveles de harina de sorgo, siendo el tratamiento control el de mayor valor con un puntaje de 7.64 que corresponde a muy bueno, mientras que los puntajes más bajos se dieron en los tratamientos 4 y 6% con valores de 7.25 correspondiente a bueno, como lo indica el (gráfico 9). Lo que se debe a que el color café claro de la harina de sorgo no tuvo un fuerte impacto, coincidiendo a lo que señala Espinoza, J. (2007), quien indica que la coloración del producto dependerá de la materia prima utilizada.

#### **3. Olor (puntos)**

La valoración en cuanto al olor, presentó diferencias no significativas ( $P>0,05$ ) por efecto de la adición de los diferentes niveles de harina de sorgo siendo el

Cuadro 15. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).

Variables	Niveles de harina de sorgo, %								E.E.	Prob.	Sig.
	0%		2%		4%		6%				
Aspecto (puntos)	7,54	a	7,29	a	7,11	a	7,25	a	0,168	0,377	ns
Color (puntos)	7,64	a	7,39	a	7,25	a	7,25	a	0,159	0,301	ns
Olor (puntos)	7,61	a	7,14	a	7,54	a	7,43	a	0,216	0,472	ns
Sabor (puntos)	7,89	a	7,54	ab	7,54	b	7,75	ab	0,129	0,041	*
Textura (puntos)	7,57	a	7,11	a	6,96	a	7,43	a	0,169	0,090	ns
Total (puntos)	38,25	a	36,46	a	36,18	a	37,11	a	0,609	0,131	ns

E.E: Error Experimental.

Prob. >0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: Existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

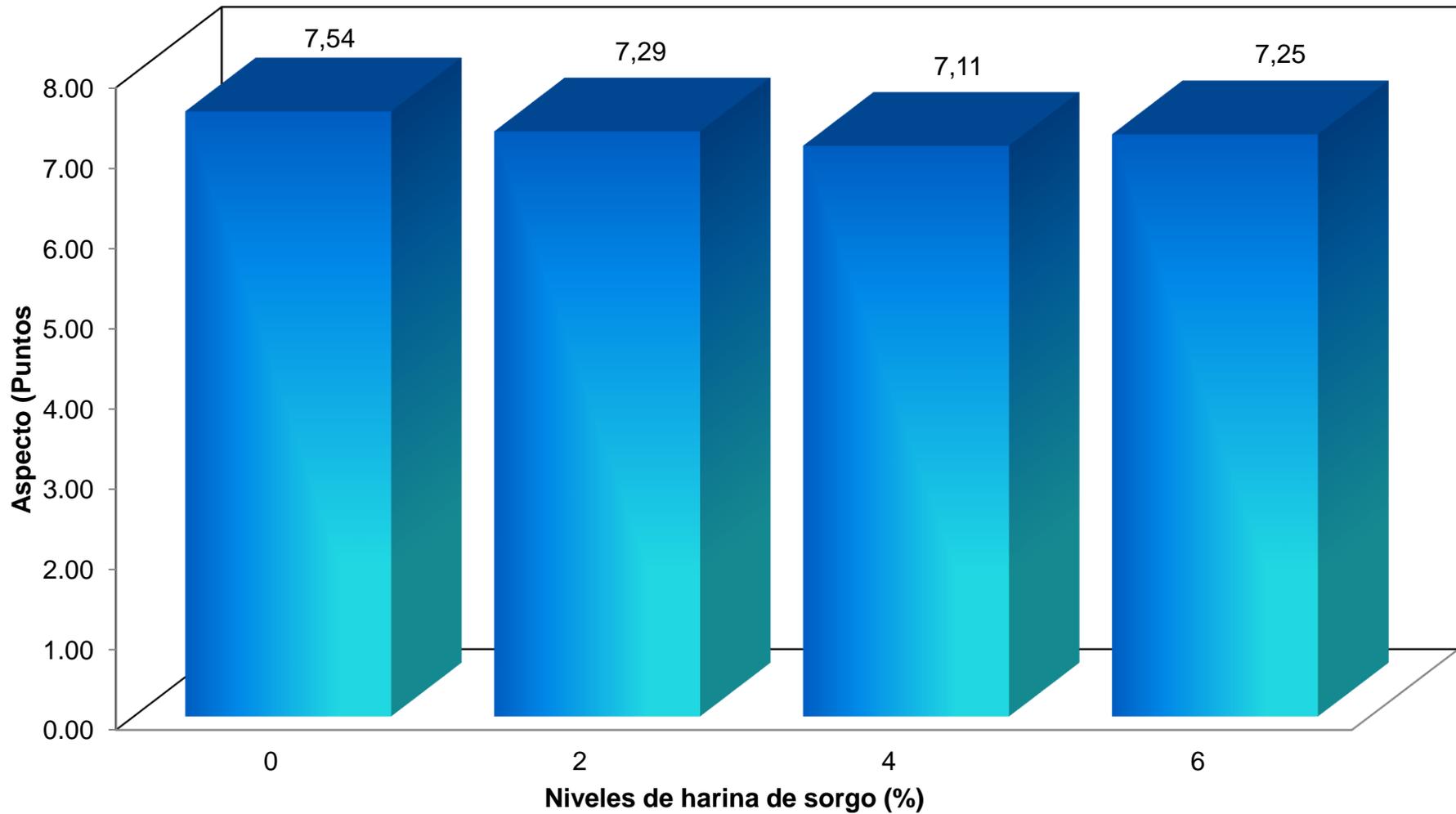


Gráfico 8. Valoración organoléptica del atributo aspecto (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

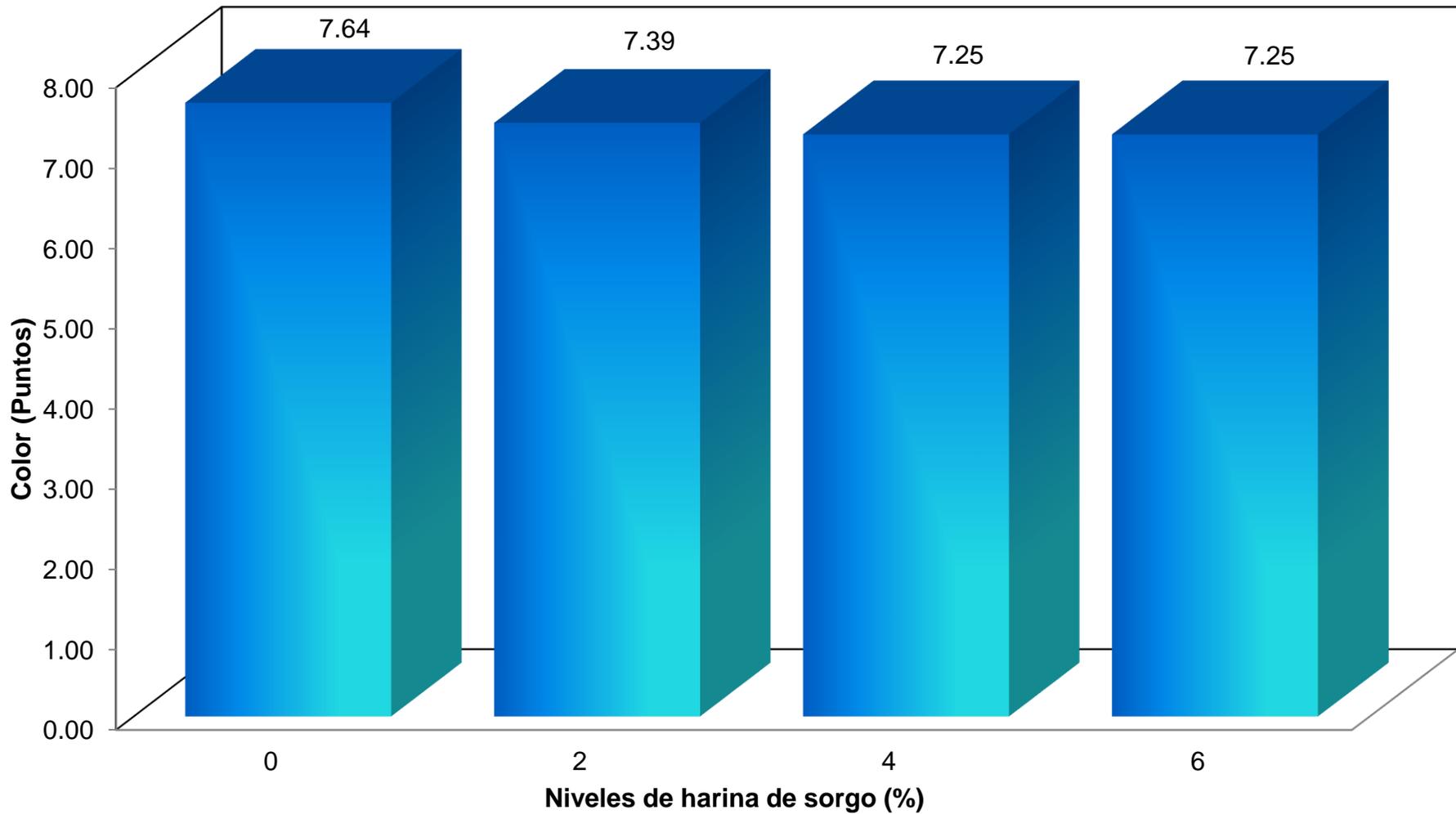


Gráfico 9. Valoración organoléptica del atributo color (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

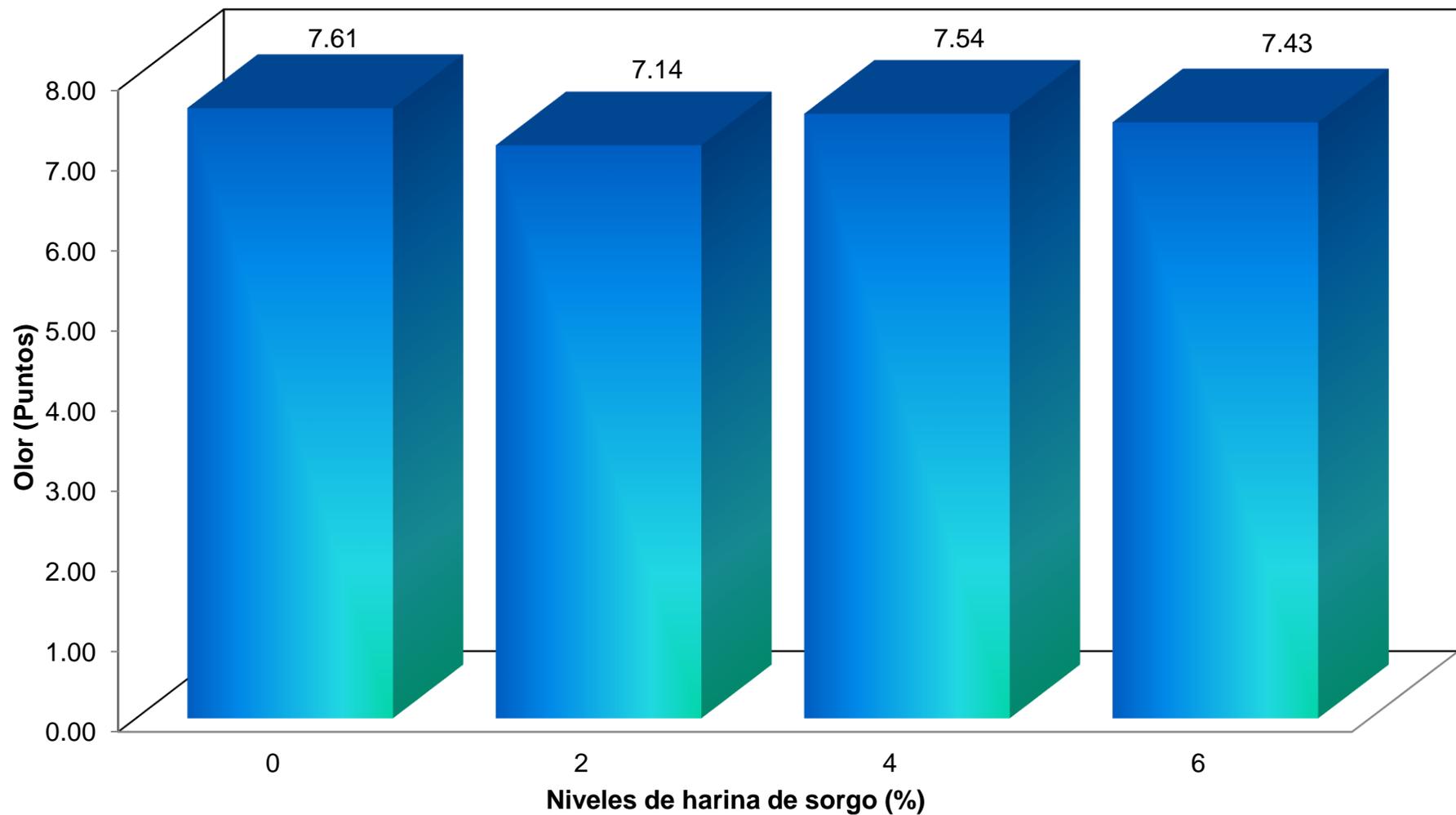


Gráfico 10. Valoración organoléptica del atributo olor (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

tratamiento control el de mayor puntuación con 7.61 que corresponde a muy bueno, mientras que el valor más bajo se dio en el tratamiento 2% con un valor de 7.14 que corresponde a bueno, como se detalla en el (gráfico 10). Estos resultados se dieron debido a que los olores tanto de la carne de cabra como la harina de sorgo fueron enmascarados por los diferentes aditivos y condimento utilizados para la elaboración de la mortadela.

#### **4. Sabor (puntos)**

En cuanto a la valoración del atributo sabor de la mortadela se pudo apreciar que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, por resultado de la utilización de los diferentes niveles de harina de sorgo, en el cual se puede observar su mejor valor 7.89 fue en el tratamiento control que corresponde a muy bueno, a diferencia de los tratamientos 2 y 4% con valores de 7.54 correspondiente a bueno. Por lo que el análisis de regresión estableció una tendencia cuadrática significativa que indica, que a medida que se adiciona los niveles de harina al 2 y 4% la valoración del sabor disminuye pero al utilizar el nivel 6% esta tiende a aumentar pero no de una manera uniforme, como se reporta en el (gráfico 11). Este resultado se debe a que el sabor de la carne de cabra es predominante debido que posee escatol que es el producto de la degradación anaeróbica del aminoácido triptófano, y es un compuesto asociado al olor y sabor de la carne, además la harina de sorgo al ser un extensor de origen vegetal influyó sobre el atributo sabor de la mortadela.

#### **5. Textura (puntos)**

La valoración de la textura en la mortadela estableció diferencias no significativas ( $P > 0.05$ ) con los demás tratamientos por efecto de la inclusión de la harina de sorgo, no obstante se puede apreciar la puntuación más alta 7.57 del tratamiento control que corresponde a muy bueno mientras que el puntaje más bajo se dio en el tratamiento 4% con una puntuación de 6,96 correspondiente a bueno, tal como se muestra en el (gráfico 12). Se puede decir que la harina de sorgo al estar dentro de los niveles aceptables no influyó considerablemente en la textura de la mortadela elaborada.

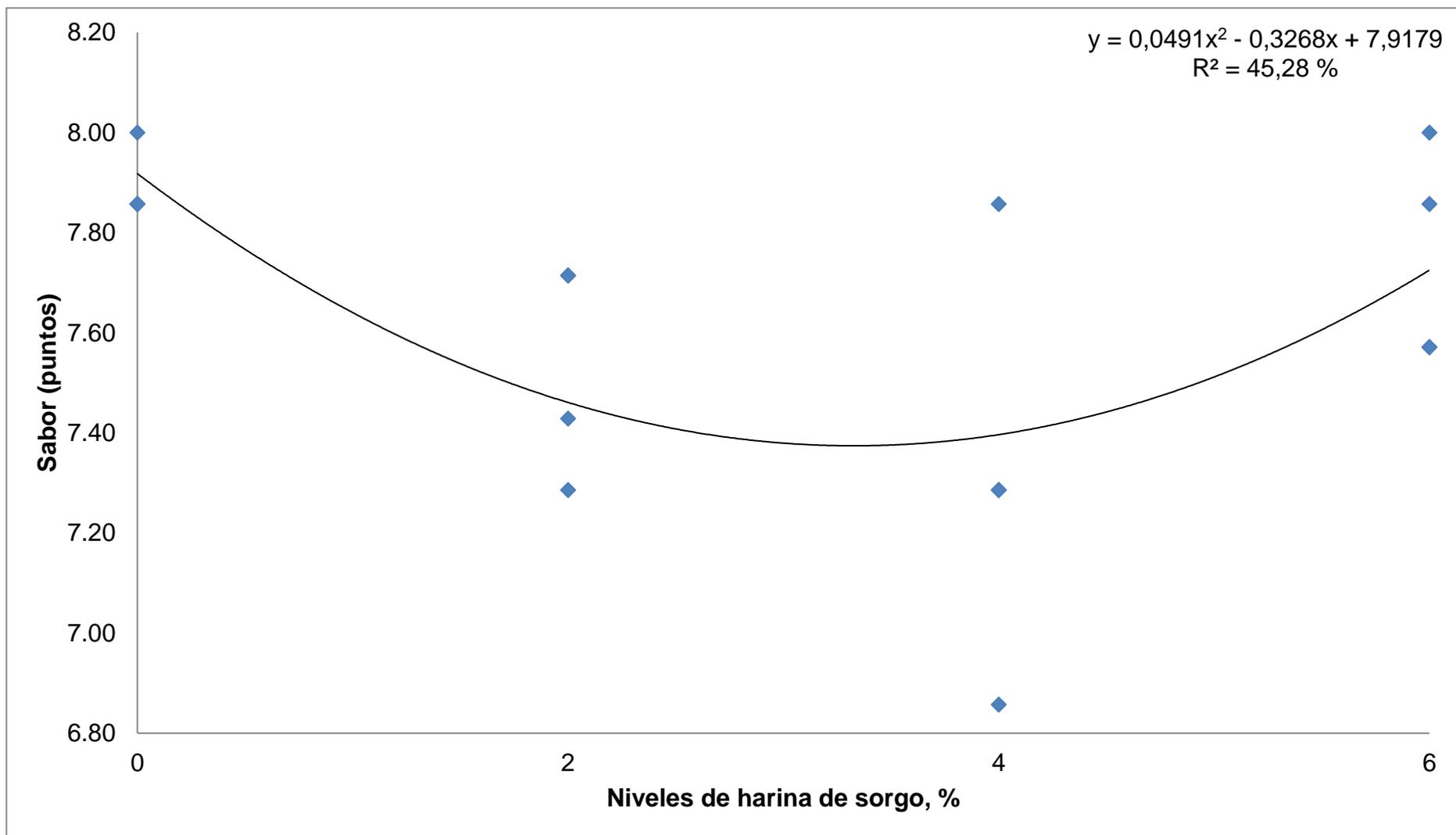


Gráfico 11. Comportamiento del atributo sabor (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

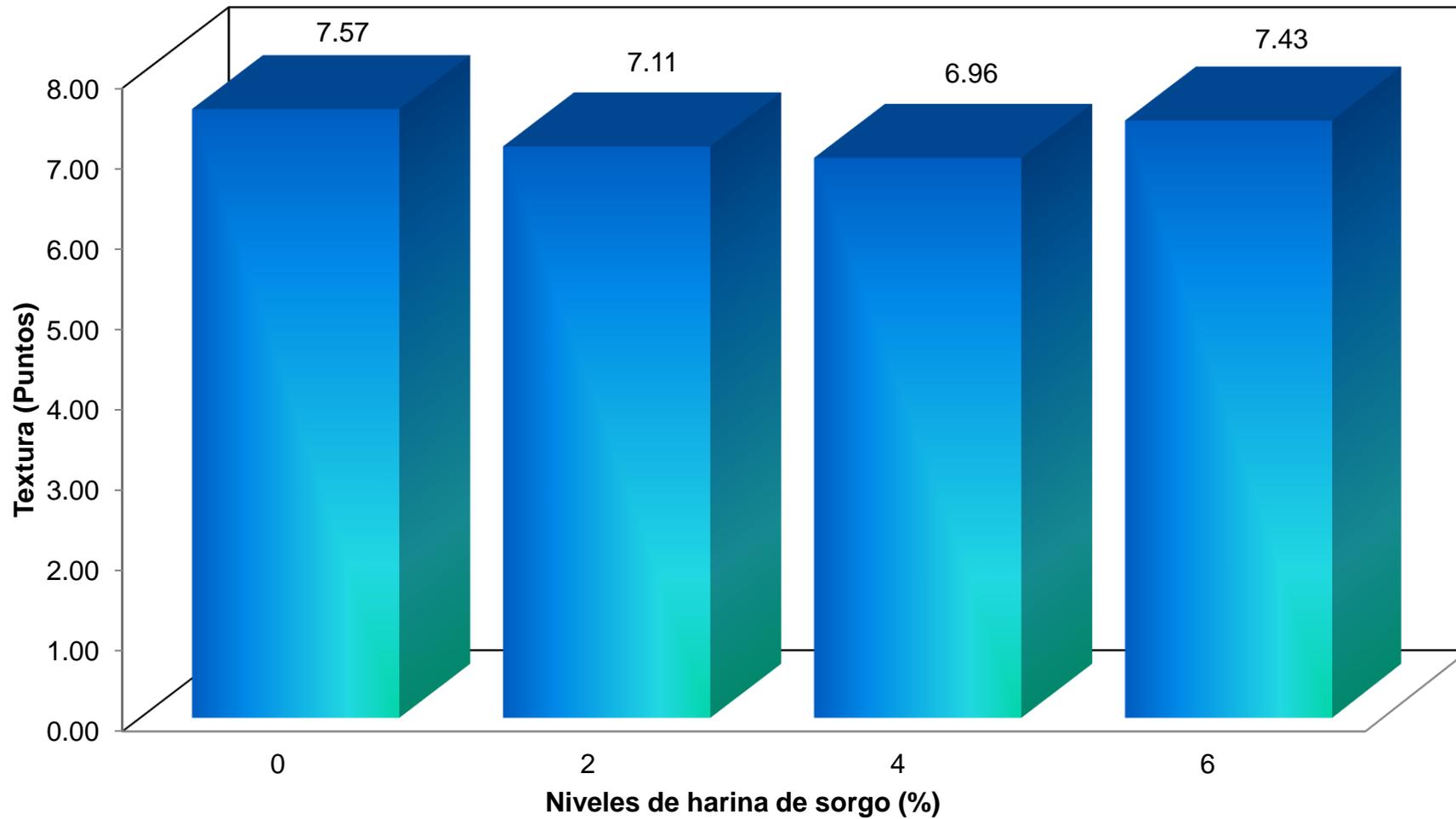


Gráfico 12. Valoración organoléptica del atributo textura (sobre 9 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

## **6. Total (puntos)**

La valoración organoléptica total de la mortadela presentó diferencias no significativas por efecto de los diferentes niveles de harina de sorgo ( $P>0,05$ ), entre los tratamientos, presentado puntuaciones entre 38.25 y 36.18 puntos sobre 45, que toman la descripción de muy bueno, corresponde a las mortadelas elaboradas con el tratamiento control y a las que se usó el nivel 4% de harina de sorgo, respectivamente como se identifica en el (gráfico 13). Lo que permite establecer que con el empleo de la harina de sorgo no existen cambios significativos en la aceptación por parte de los consumidores ya que las características del producto como su aspecto, color, olor, sabor y textura son los atributos que influyen en la decisión del consumidor en el momento de elegir un producto.

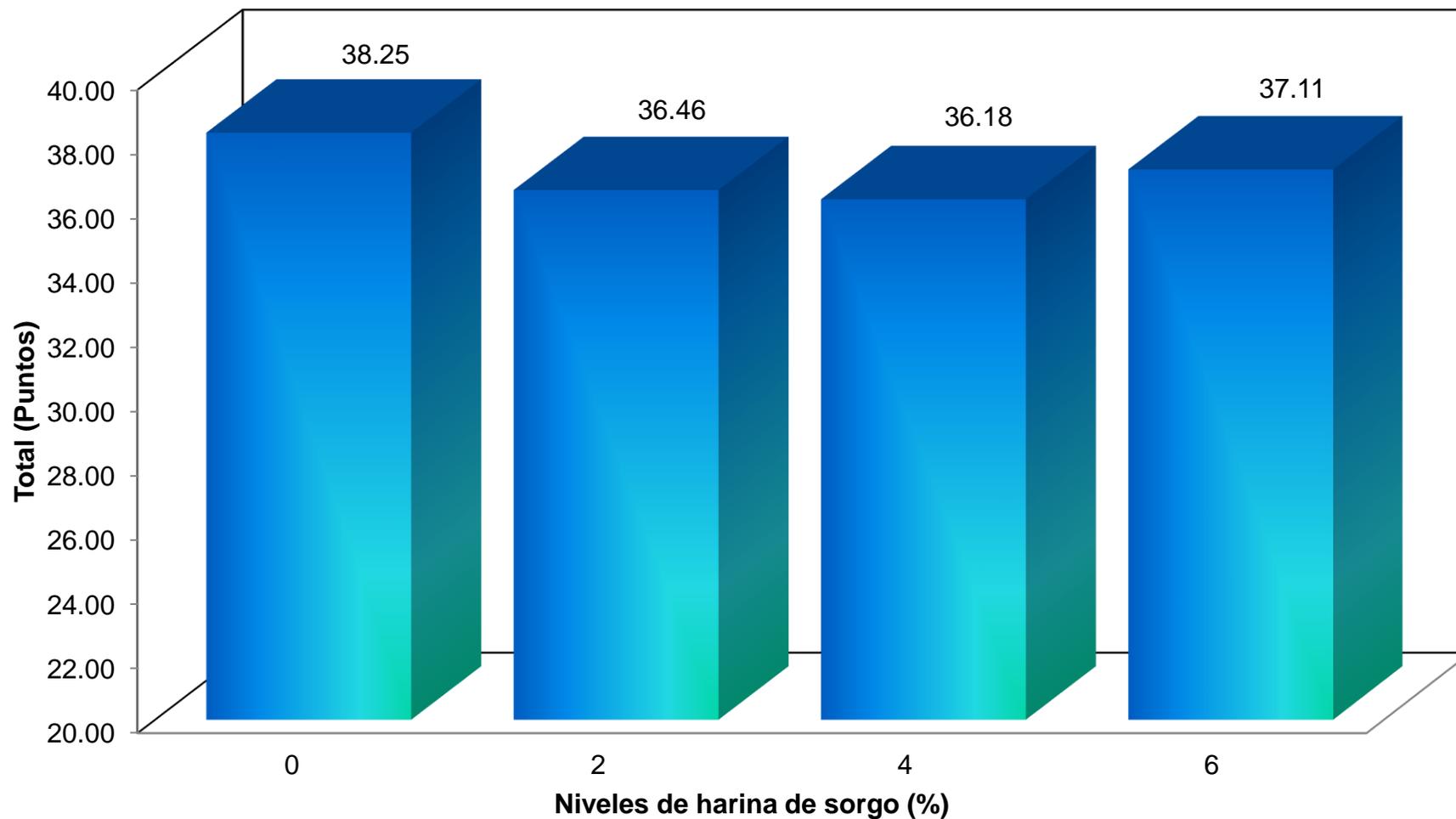


Gráfico 13. Valoración organoléptica total (sobre 45 puntos), en la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

## **D. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).**

### **1. Costo de producción**

Al efectuar el análisis económico de la mortadela utilizando carne de cabra y diferentes niveles de harina de sorgo, se pudo determinar que el mayor costo de producción por Kg de producto se dio en el tratamiento control con un costo de 5.22 USD a diferencia del nivel 6% en donde se apreció un costo de 4.67 USD, como se observa en el (cuadro 16). Resultado que se lo atribuye al empleo de los diferentes niveles de harina de sorgo, el mismo que representa un ahorro de 0.55 centavos de dólar por cada Kg de mortadela producida entre el tratamiento control frente al empleo del nivel 6% de harina de sorgo, considerando que el empleo de esta materia prima aportan una mejor calidad nutritiva al producto final.

### **2. Beneficio/Costo**

Al realizar el análisis beneficio/costo se encontró que la mejor rentabilidad fue del 22% en el tratamiento 6%, es decir que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 0.22 centavos de dólar registrando un B/C de 1.22 USD, a diferencia de utilizar el tratamiento control ya que se obtuvo un B/C de 1.09 USD el mismo que refleja una utilidad de 0.09 centavos por cada dólar invertido por ende una rentabilidad del 9% como se indica en el (cuadro 16). Por tanto resulta más rentable elaborar mortadela empleando el tratamiento 6%.

Cuadro 16. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MORTADELA UTILIZANDO CARNE DE *Capra aegagrus hircus* (CABRA) CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO).

Descripción	Costo/Kg (dólares)	Niveles de harina de sorgo			
		0%	2%	4%	6%
Carne de Cabra	5,77	14,43	14,43	14,43	14,43
Carne de Cerdo	5,50	8,25	7,70	7,15	6,60
Grasa de Cerdo	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08
Harina de sorgo	0,88	0,00	0,09	0,18	0,26
Sal	0,35	0,03	0,03	0,03	0,03
Curasol	5,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Fosfato	10,00	0,22	0,22	0,22	0,22
Ácido Ascórbico	10,13	0,06	0,06	0,06	0,06
Ajo en polvo	10,01	0,17	0,17	0,17	0,17
Cebolla	10,02	0,17	0,17	0,17	0,17
Condimento de mortadela	12,30	0,55	0,55	0,55	0,55
Hielo	0,29	0,22	0,22	0,22	0,22
Fundas para mortadela	0,75 (m)	0,56	0,56	0,56	0,56
Hilo	0,02 (m)	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>EGRESOS TOTALES</b>		<b>27,78</b>	<b>27,31</b>	<b>26,85</b>	<b>26,39</b>
Mortadela obtenida/parada, Kg		5,32	5,44	5,58	5,65
Costo de producción, dólares/Kg		5,22	5,02	4,81	4,67
Precio de venta, dólares/Kg		5,70	5,70	5,70	5,70
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>30,32</b>	<b>31,01</b>	<b>31,81</b>	<b>32,21</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,09</b>	<b>1,14</b>	<b>1,18</b>	<b>1,22</b>

## V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en la elaboración de mortadela con diferentes niveles de harina de sorgo y utilizando carne de cabra se llegó a las siguientes conclusiones.

- La composición química del producto al compararlo con el tratamiento control reportó mejores resultados en todos los parámetros de estudio, además en relación a las características sensoriales no se evidenció diferencias estadísticas a excepción del atributo sabor.
- Se mejoró la calidad nutritiva del producto observándose que al utilizar el nivel 2% se consiguió los mejores resultados en cuanto a la proteína con el 15.66%, no obstante, cabe recalcar que el porcentaje de grasa presente en el nivel 6% fue el más bajo con una valoración del 12.26%.
- En relación al análisis microbiológico no existió la presencia de Coliformes totales y *Escherichia coli*, a diferencia de *Staphylococcus aureus* que se notó en los diferentes tratamientos, siendo de 250 a 1500 UFC/g que pudo deberse a una posible contaminación en los procesos de faenamiento, sin embargo los valores están dentro de los requisitos exigidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 1338:2012.
- En la valoración organoléptica total del producto terminado no existió diferencias estadísticas, alcanzando la puntuación más alta el tratamiento control con un valor de 38.25 sobre 45 puntos, mientras que el menor resultado se observó al emplear el nivel 4% obteniendo una valoración de 36.18 puntos acogiéndose a la descripción de muy bueno.
- Al determinar el análisis económico se estableció que el mejor resultado en cuanto a los costos de producción y la rentabilidad mediante el indicador beneficio /costo se consiguió en el tratamiento al 6% con un B/C de 1.22 USD el mismo que representa una utilidad de 0.22 centavos de dólar correspondiente al 22% de rentabilidad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Elaborar mortadela utilizando el nivel 2% de harina de sorgo debido a que presentó mejores características nutritivas, entre ellas una elevada biodisponibilidad de proteínas.
- Elaborar embutidos escaldados utilizando otros tipos de extensores cárnicos con la finalidad de estudiar su comportamiento en cuanto a las características nutritivas y sensoriales del producto.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ALFONSO, M., SAÑUDO, C., BERGE, P., FISHER, A., STATMATARIS, C., THORKESSON, G. & PIASENTIER, E. 2008. Influential factors in lamb quality. Acceptability of specific designations.
2. ÁLVAREZ, C. (2012). Efecto de la proporción de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua sobre la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana. Tesis de grado. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Trujillo, Perú. p 48.
3. ANDÚJAR, G., GUERRA, A. & SANTOS, R. 2000. La Utilización de Extensores Cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, Cuba. pp 9-11.
4. ARANEDA, M. (2015). Cereales y Derivados. Composición y Propiedades. Disponible en: <http://www.edualimentaria.com/cereales-y-derivados-composicion-y-propiedades>.
5. ARGENTINA, INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. INTA. 2013. Sorgo. Descripción del cultivo. Disponible en: [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/maiz\\_sorgo/12descripcion\\_sorgo.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/12descripcion_sorgo.pdf)
6. ASOCIACIÓN ARGENTINA CAPRINA. (2010). Beneficios y calidad de la carne de cabra. Disponible en: <http://www.ruraldemonte.org.ar/noticias/otras-fuentes/5-beneficios-y-calidad-de-la-carne-de-cabra.html>.
7. CANET, R., CHAVIANO, M., ALEMÁN, L & CABELLO R. 2003. El cultivo del sorgo. Guía técnica para la producción del sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*). Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba.

8. CARRILLO, M. 2012. Utilización de okara de soya en un embutido cárnico de pollo. Tesis de grado. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias e Ingeniería. Quito, Ecuador. pp 25-27.
9. CODEX ALIMENTARIUS 2007. Norma del Codex para la Harina de Sorgo. Código 173:1989. 1ra Edición. Roma, Italia. pp 35-36.
10. DOMANSKI, C., GIORDA, L. & FERESIN, O. 1997. Composición y Calidad del Grano de Sorgo. Sitio Argentino de Producción Animal. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Cuaderno de Actualización No. 7. Manfredi, Argentina. pp 47-50.
11. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. INEN. 1996. Carne y productos cárnicos. Mortadela. Requisitos. Norma NTE INEN 1340:96.
12. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO. INEC. 2012. Ficha técnica de alimentos. Código 21136.02.01:2012.
13. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. INEN. 2012. Carne y productos cárnicos-Definiciones. Norma NTE INEN 1217:2012.
14. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. INEN. 2012. Carne y Productos Cárnicos. Productos Cárnicos Crudos, productos Cárnicos Curados - Madurados y Productos Cárnicos Precocidos - Cocidos. Requisitos. Norma NTE INEN 1338:2012.
15. ESPINOZA, J. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos. Universidad de la Habana.
16. FORREST, J. 1979. Fundamentos de la ciencia de la carne. Editorial Acribia, España.

17. GARCÍA, O., ACEVEDO, I. & RUIZ, J. 2013. Efecto de adición de la harina de *Phaseolus vulgaris* sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la bologna. Gaceta de Ciencias Veterinarias. Zulia, Venezuela. Vol. 18 N° 2. p 51.
18. GÜEMES, N. 2007. Utilización de los cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Estado De Hidalgo, México. Nacameh. Vol. 1 N° 2. p 111.
19. GUZMÁN, A. & ILBAY, M. 2009. Elaboración de mortadela especial con la utilización de la carne de llama (*Lama glama*), con diferentes porcentajes de harina de quinua y fécula de papa. Tesis de grado. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela De Ingeniería Agroindustrial. Guaranda, Ecuador. pp 88- 89.
20. HAHN, R. 2008. Uso del sorgo granífero en la alimentación humana y otros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Publicación, N° 108. p 12.
21. JIMÉNEZ, M., BRAÑA, D., PARTID, J., ALFARO, R., SOTO, S. & TORRES, M. 2013. Guía práctica para la Evaluación de la Canal Caprina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico, N° 4. Querétaro, México pp 27-28.
22. LAJE, C. 2012. Niveles de fécula de maíz (*Zea Mays L.*) en la elaboración de mortadela de pollo. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería de Industrias Pecuarias. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p 42.
23. LÓPEZ, N., TIQUE, M. & PÉREZ, L. 2011. Contribución al estudio del sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) para nutrición humana. Perspectivas en

nutrición humana. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Vol. 13 N°1. pp 33-44.

24. MADRUGA, M., RESOSEMITO, F., NARAIN, N., SOUZA, W., CUNHA, M. & RAMOS, J. 2006. effect of raising conditions of goats on physico-chemical and chemical quality of its meat, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, ISSN: 1135-8122. p 100.
25. NAVARRO, M. 2007. Análisis de Alimentos 1. Manual de prácticas. Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora. 3ra Edición. Hermosillo, México. p 10.
26. NAVARRO, R. (2015). *Staphylococcus aureus* en la industria alimentaria. Disponible en: <http://www.betelgeux.es/blog/2015/07/09/staphylococcus-aureus-en-la-industria-alimentaria/>
27. NEVES, L., VARGAS, L., TOLOTTI, K., GOELLNER, T., RUIZ, W. & SANTO, M. 2006. Elaboração de Embutido Tipo Mortadela com Farinha de Arroz. *Vetor*, Rio Grande, 16(1/2). p 17.
28. NICARAGUA, INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. INTA. 2010. Cultivo de sorgo. Guía tecnológica para la producción de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Gobierno de Reconciliación y Unidad nacional. pp 17-19.
29. OCHOA, J. 2014. Niveles de harina de banano y carragenato semi-industrial en la formulación de mortadela de pollo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p 32.
30. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. FAO. 2014. Carne y Productos Cárnicos.
31. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. FAO. 2015. Composición de la carne.

32. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. FAO. 2015. La economía del sorgo y del mijo en el mundo. Hechos, tendencias y perspectivas. Departamento Económico y Social.
33. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.FAO. 2014. Ficha técnica para el procesado de carnes.
34. PEÑA, R., DURAN, D. & BALETA, L. 2015. Effect of marinade with NaCl and sodium tripolyphosphate on bromatological property in goat meat. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol 13 N° 1. p 65.
35. PÉREZ, A., SAUCEDO, O., IGLESIAS, J., WENCOMO, B., REYES, F., OQUENDO, G. & MILIÁN. I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*). *Pastos y Forrajes*, Vol. 33, N° 1.
36. PICALLO, A. 2002. El análisis sensorial como herramienta de calidad de carne y productos cárnicos de cerdo. Buenos Aires, Argentina. Edit. INTA.
37. PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN COLABORATIVA INTERNACIONAL SORGO Y MIJO. INTSORMIL. 2010. Harina de Sorgo para uso en la Industria de la panificación. Laboratorio de Tecnología de Alimentos. San Andrés, El Salvador.
38. RAMÍREZ, J. 2012. Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*. Cali, Colombia. Vol. 12 N° 1. pp 83-102.
39. REYES, M., GÓMEZ, L., ESPINOZA, C., BRAVO, F. & GANOZA, L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú.

40. RÍOS, J. 2005. Carne y productos cárnicos. Clasificación de las carnes de Alpaca, Llamas, Proyecto de Norma Técnica Nacional.
41. ROBAINA, R. 2012. Algunas definiciones prácticas. Instituto Nacional De Carnes. Dirección de Control y Desarrollo de Calidad.
42. SÁENZ, R. 2008. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de embutidos. Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
43. SAÑUDO, C. 2008. Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol 37, suplemento especial. p 143-160.
44. SAUCEDO, O. 2008. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. Universidad Central de las Villas. Villa Clara, Cuba.
45. SOLÍS, R. 2006. Producción de camélidos sudamericanos. 2da Edición. pp. 380-399.
46. VERDESOTO, G. 2005. Elaboración de la mortadela de pollo con adición de diferentes porcentajes de harina de quinua. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. p 59.
47. ZÁRATE, L., OTÁLORA, N., RAMÍREZ, L., PRIETO, L., CERÓN, M. & POVEDA, J. 2013. Sustitución del almidón en la Formulación de Mortadela por Almidón de Clones Promisorios (*S. tuberosum* grupo Phureja). Revista Épsilon, N° 20. p 50.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Reporte de los resultados del análisis bromatológico de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

Niveles de harina de sorgo, %	Repetición	Humedad, %	Proteína, %	Grasa, %	Fibra, %	Ceniza, %	pH
0	1	66,94	14,07	13,57	0,00	3,03	6,17
0	2	67,19	14,07	13,73	0,00	2,92	6,17
0	3	66,69	14,08	13,42	0,00	3,13	6,16
0	4	67,06	14,07	13,58	0,00	2,97	6,14
2	1	67,47	15,62	13,31	0,29	3,22	6,12
2	2	67,27	15,90	13,52	0,31	3,25	6,12
2	3	67,68	15,34	13,09	0,30	3,19	6,12
2	4	67,37	15,76	13,20	0,30	3,21	6,13
4	1	66,18	14,51	12,99	0,39	3,10	6,18
4	2	66,09	14,27	13,24	0,39	3,11	6,16
4	3	66,28	14,76	12,74	0,38	3,09	6,20
4	4	66,23	14,45	13,11	0,39	3,10	6,19
6	1	65,46	14,33	12,29	0,47	2,93	6,24
6	2	65,50	14,09	12,52	0,46	2,94	6,23
6	3	65,43	14,58	12,05	0,48	2,92	6,24
6	4	65,45	14,39	12,17	0,47	2,94	6,23

Anexo 2. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Proteína	16	0,93	0,91	1,30

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Nivel	5,82	3	1,94	53,69	<0,0001
Error	0,43	12	0,04		
Total	6,25	15			

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Medias	n	E.E.	Rango
0	14,07	4	0,90	c
2	15,66	4	0,90	a
4	14,50	4	0,90	b
6	14,35	4	0,90	bc

### C. REGRESIÓN

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	0,003	0,041	1	14	0,842	14,689	-0,015		
Cuadrático	0,467	5,689	2	13	0,017	14,263	0,623	-0,106	
Cúbico	0,931	53,689	3	12	0,000	14,073	2,115	-0,820	0,079

Anexo 3. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Humedad	16	0,97	0,97	0,22

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Nivel	9,17	3	3,06	146,58	<0,0001
Error	0,25	12	0,02		
Total	9,42	15			

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Medias	n	E.E.	Rango
0	66,97	4	0,07	b
2	67,45	4	0,07	a
4	66,20	4	0,07	c
6	65,46	4	0,07	d

### C. REGRESIÓN

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	0,710	34,281	1	14	0,000	67,386	-0,289		
Cuadrático	0,866	42,109	2	13	0,000	67,083	0,166	-0,076	
Cúbico	0,973	146,479	3	12	0,000	66,970	1,045	-0,497	0,047

Anexo 4. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

#### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cenizas	16	0,87	0,84	1,54

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Nivel	0,18	3	0,06	26,72	<0,0001
Error	0,03	12	2,3E-03		
Total	0,21	15			

#### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Medias	n	E.E.	Rango
0	3,01	4	0,02	bc
2	3,22	4	0,02	a
4	3,10	4	0,02	b
6	2,93	4	0,02	c

#### C. REGRESIÓN

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	0,124	1,983	1	14	0,181	3,119	-0,018		
Cuadrático	0,798	25,628	2	13	0,00	3,026	0,122	-0,23	
Cúbico	0,870	26,717	3	12	0,00	3,013	0,229	-0,074	0,06

Anexo 5. Análisis estadístico del contenido de fibra (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

#### D. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fibra	16	1,00	1,00	2,17

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Nivel	0,50	3	0,17	4247,74	<0,0001
Error	4,7E-04	12	4,0E-05		
Total	0,50	15			

#### E. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Medias	n	E.E.	Rango
0	0,00	4	0,003	d
2	0,30	4	0,003	c
4	0,39	4	0,003	b
6	0,47	4	0,003	a

#### F. REGRESIÓN

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	0,888	111,345	1	14	0,000	0,065	0,075		
Cuadrático	0,982	354,684	2	13	0,000	0,010	0,156	-0,014	
Cúbico	0,999	4247,737	3	12	0,000	1,410E-15	0,238	-0,052	0,004

Anexo 6. Análisis estadístico del contenido de grasa (%), de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grasa	16	0,90	0,88	1,41

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Nivel	3,83	3	1,28	37,73	<0,0001
Error	0,41	12	0,03		
Total	4,23	15			

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Medias	n	E.E.	Rango
0	13,58	4	0,09	a
2	13,28	4	0,09	ab
4	13,02	4	0,09	b
6	12,26	4	0,09	c

### C. REGRESIÓN

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	0,839	72,863	1	14	0,000	13,665	-0,211		
Cuadrático	0,890	52,852	2	13	0,000	13,548	-0,035	-0,029	
Cúbico	0,904	37,728	3	12	0,000	13,575	-0,246	0,072	-0,011

Anexo 7. Análisis estadístico del pH, de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	16	0,94	0,93	0,19

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Nivel	0,03	3	0,01	64,36	<0,0001
Error	1,7E-03	12	1,4E-04		
Total	0,03	15			

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Medias	n	E.E.	Rango
0	6,16	4	0,01	b
2	6,12	4	0,01	c
4	6,18	4	0,01	b
6	6,24	4	0,01	a

### C. REGRESIÓN

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	0,576	19,024	1	14	0,001	6,132	0,014		
Cuadrático	0,863	41,049	2	13	0,000	6,155	-0,020	0,006	
Cúbico	0,941	64,364	3	12	0,000	6,160	-0,061	0,025	-0,002

Anexo 8. Resultados del análisis microbiológico de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

NIVEL	REPETICIÓN	ESCHERICHIA COLI	COLIFORMES TOTALES	STAPHYLOCOCCUS AUREUS
		(UFC/g)	(UFC/g)	(UFC/g)
0	1	0	0	0
0	2	0	0	0
0	3	0	0	1000
0	4	0	0	0
2	1	0	0	0
2	2	0	0	2000
2	3	0	0	1000
2	4	0	0	0
4	1	0	0	0
4	2	0	0	1000
4	3	0	0	1000
4	4	0	0	2000
6	1	0	0	1000
6	2	0	0	2000
6	3	0	0	1000
6	4	0	0	2000

Anexo 9. Resultados del análisis sensorial de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

Niveles de Harina de Sorgo, %	Repetición	Características organolépticas (sobre 9 puntos)					Total (45 puntos)
		Aspecto (puntos)	Color (puntos)	Olor (puntos)	Sabor (puntos)	Textura (puntos)	
0	1	8,00	7,86	8,29	8,00	7,71	39,86
2	1	7,29	7,14	7,00	7,71	7,57	36,71
4	1	7,43	7,14	7,43	6,86	7,00	35,86
6	1	7,43	7,29	7,43	8,00	7,57	37,71
0	2	7,29	7,14	7,14	7,86	7,71	37,14
2	2	7,14	7,43	7,71	7,29	7,14	36,71
4	2	7,00	7,57	7,86	7,86	7,43	37,71
6	2	7,57	7,57	7,86	7,86	7,86	38,71
0	3	7,43	7,71	7,43	7,86	7,43	37,86
2	3	7,57	7,29	6,86	7,43	6,57	35,71
4	3	6,71	6,71	6,86	7,29	6,57	34,14
6	3	6,57	7,14	7,29	7,57	7,00	35,57
0	4	7,43	7,86	7,57	7,86	7,43	38,14
2	4	7,14	7,71	7,00	7,71	7,14	36,71
4	4	7,29	7,57	8,00	7,29	6,86	37,00
6	4	7,43	7,00	7,14	7,57	7,29	36,43

Anexo 10. Resultado experimental de la variable aspecto de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

#### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Niveles de harina de sorgo, %	Repetición			
	I	II	III	IV
0	8,00	7,29	7,43	7,43
2	7,29	7,14	7,57	7,14
4	7,43	7,00	6,71	7,29
6	7,43	7,57	6,57	7,43

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	S. C	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	1,73			
N. Harina de Sorgo	3	0,38	0,13	1,13	0,38
Error	12	1,35	0,11		
E.E			0,17		
CV %			4,60		
Media			7,29		

#### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Niveles de harina de sorgo, %	Media	Rango
0	7,54	a
2	7,29	a
4	7,11	a
6	7,25	a

Anexo 11. Resultado experimental de la variable color de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor L. Moench* (sorgo).

### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Niveles de harina de Sorgo, %	Repetición			
	I	II	III	IV
0	7,86	7,14	7,71	7,86
2	7,14	7,43	7,29	7,71
4	7,14	7,57	6,71	7,57
6	7,29	7,57	7,14	7,00

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	S. C	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	1,62			
N. Harina de Sorgo	3	0,41	0,14	1,36	0,30
Error	12	1,21	0,10		
E.E			0,16		
CV %			4,30		
Media			7,38		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Niveles de harina de sorgo, %	Media	Rango
0	7,64	a
2	7,39	a
4	7,25	a
6	7,25	a

Anexo 12. Resultado experimental de la variable olor de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

#### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Niveles de harina de sorgo, %	Repetición			
	I	II	III	IV
0	8,29	7,14	7,43	7,57
2	7,00	7,71	6,86	7,00
4	7,43	7,86	6,86	8,00
6	7,43	7,86	7,29	7,14

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	S. C	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	2,73			
N. Harina de Sorgo	3	0,50	0,17	0,89	0,47
Error	12	2,23	0,19		
E.E			0,22		
CV %			5,81		
Media			7,43		

#### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

N. Harina de Sorgo	Media	Rango
0	7,61	a
2	7,14	a
4	7,54	a
6	7,43	a

Anexo 13. Resultado experimental de la variable sabor de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

#### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Niveles de harina de sorgo, %	Repetición			
	I	II	III	IV
0	8,00	7,86	7,86	7,86
2	7,71	7,29	7,43	7,71
4	6,86	7,86	7,29	7,29
6	8,00	7,86	7,57	7,57

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	S. C	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	1,55			
N. Harina de Sorgo	3	0,75	0,25	3,77	0,04
Error	12	0,80	0,07		
E.E			0,13		
CV %			3,38		
Media			7,63		

#### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Nivel de harina de sorgo, %	Media	Rango
0	7,89	a
2	7,54	ab
4	7,32	b
6	7,75	ab

Anexo 14. Resultado experimental de la variable textura de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

#### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Niveles de harina de sorgo, %	Repetición			
	I	II	III	IV
0	7,71	7,71	7,43	7,43
2	7,57	7,14	6,57	7,14
4	7,00	7,43	6,57	6,86
6	7,57	7,86	7,00	7,29

#### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	gl	S. C	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	2,32			
N. Harina de Sorgo	3	0,94	0,31	2,74	0,09
Error	12	1,38	0,11		
E.E			0,17		
CV %			4,66		
Media			7,27		

#### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Niveles de harina de sorgo, %	Media	Rango
0	7,57	a
2	7,11	a
4	6,96	a
6	7,43	a

Anexo 15. Resultado experimental de la variable total de la mortadela utilizando carne de *Capra aegagrus hircus* (cabra) con diferentes niveles de harina de *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

#### A. RESULTADO EXPERIMENTAL

Niveles de harina de sorgo, %	Repetición			
	I	II	III	IV
0	39,86	37,14	37,86	38,14
2	36,71	36,71	35,71	36,71
4	35,86	37,71	34,14	37,00
6	37,71	38,71	35,57	36,43

#### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	gl	S. C	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	27,92			
N. Harina de Sorgo	3	10,14	3,38	2,28	0,13
Error	12	17,78	1,48		
E.E			0,61		
CV %			3,29		
Media			37,00		

#### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Niveles de harina de sorgo, %	Media	Rango
0	38,25	a
2	36,46	a
4	36,18	a
6	37,11	a