



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

#### **“OBTENCIÓN DE CAROTENOIDES DEL PIMENTÓN (*Capsicum annuum* L) Y SU USO COMO COLORANTE NATURAL EN SALCHICHAS TIPO COCTEL”**

##### **Trabajo de titulación**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

##### **INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:** ALBA ANTONELLA AGUILAR ALVARADO

**DIRECTOR:** Ing. PhD. JOSÉ MIGUEL MIRA VÁSQUEZ.

**Riobamba-Ecuador**

**2020**

**©2020, Alba Antonella Aguilar Alvarado**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Alba Antonella Aguilar Alvarado, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 6 de mayo de 2020.

**Alba Antonella Aguilar Alvarado**

**060475539-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El Trabajo de titulación: Tipo: Trabajo Experimental, **OBTENCIÓN DE CAROTENOS DEL PIMENTÓN (*Capsicum annuum L*) Y SU USO COMO COLORANTE NATURAL EN SALCHICHAS TIPO COCTEL**”, realizado por la señorita: **ALBA ANTONELLA AGUILAR ALVARADO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

Atentamente,

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. PhD. José Miguel Mira Vásquez. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 JOSE MIGUEL MIRA VASQUEZ Firmado digitalmente por JOSE MIGUEL MIRA VASQUEZ Fecha: 2021.01.06 11:40:13 -05'00'	01 de diciembre 2020
Ing. Iván Patricio Salgado Tello. M.G <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>IVAN PATRICIO SALGADO TELLO</b>	01 de diciembre 2020
BQF. Sandra Elizabeth López S. M.G <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 SANDRA ELIZABETH LOPEZ SAMPEDRO Firmado digitalmente por SANDRA ELIZABETH LOPEZ SAMPEDRO DN: cn=SANDRA ELIZABETH LOPEZ SAMPEDRO o=EC o=SECURITY DATA S.A. 2 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha 2021-01-07 11:05:00:00	01 de diciembre 2020

## **DEDICATORIA**

A mi Mamá, que me lo ha dado todo y para ella nunca fue suficiente, eres la razón y el motivo de todo el éxito que llegaré a tener en la vida, Te amo. A mis Abuelas, quienes han hecho mella en lo que soy y me han enseñado a ser la mejor versión de mí. A mis Hermanos, que con sus ocurrencias hacen de mi vida la mejor aventura. A mi Papi Mario, gracias por siempre confiar en mí y darme el mejor consejo que alguien pudiera recibir. A mi Papá.

Antonella

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

1.	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>2</b>
1.1	<b>Pimentón (<i>Capsicum annum l.</i>) .....</b>	<b>2</b>
1.1.1	<i>Origen .....</i>	<i>2</i>
1.1.2	<i>Taxonomía.....</i>	<i>2</i>
1.1.3	<i>Variedades .....</i>	<i>3</i>
1.1.3.1	<i>Variedades dulces: .....</i>	<i>3</i>
1.1.3.2	<i>Variedades de sabor picante .....</i>	<i>4</i>
1.2	<b>Carotenoides .....</b>	<b>4</b>
1.2.1	<i>Capsantina.....</i>	<i>5</i>
1.2.2	<i>Zeaxantina.....</i>	<i>6</i>
1.2.3	<i>Luteína.....</i>	<i>6</i>
1.2.4	<i>Beta-criptoxantina.....</i>	<i>6</i>
1.2.5	<i>Astaxantina.....</i>	<i>7</i>
1.2.6	<i>Cantaxantina .....</i>	<i>7</i>
1.2.7	<i>Licopeno .....</i>	<i>7</i>
1.3	<b>Pigmentos sintéticos y naturales .....</b>	<b>8</b>
1.3.1	<i>Colorantes cárnicos .....</i>	<i>9</i>

1.3.1.1	<i>Color carmín OAP</i> .....	9
1.3.1.2	<i>Color rojo OAP</i> .....	9
1.3.1.3	<i>Color rojo polvo</i> .....	9
1.3.1.4	<i>Color rojo carmín polvo</i> .....	10
1.3.2	<i>Colorantes artificiales</i> .....	10
1.3.2.1	<i>Rojo E40</i> .....	10
1.3.2.2	<i>E-124</i> .....	11
1.3.2.3	<i>E-129</i> .....	11
1.4	<b>Color en los alimentos</b> .....	11
1.4.1	<i>Color</i> .....	11
1.4.2	<i>Color en la industria alimentaria</i> .....	11
1.4.3	<i>Color en productos cárnicos</i> .....	12
1.5	<b>Materia prima cárnica</b> .....	12
1.5.1	<i>Carne de res</i> .....	12
1.5.1.1	<i>Composición nutricional de la carne</i> .....	12
1.5.2	<i>Carne de cerdo</i> .....	13
1.5.3	<i>Grasa de Cerdo</i> .....	14
1.5.4	<i>Tripas</i> .....	14
1.5.4.1	<i>Tripas animales o naturales</i> .....	15
1.5.4.2	<i>Tripas artificiales</i> .....	15
1.6	<b>Salchicha</b> .....	15
1.6.1	<i>Tipos de salchicha</i> .....	15
1.6.1.1	<i>Salchicha natural</i> .....	15
1.6.1.2	<i>Salchicha vienesa</i> .....	16
1.6.1.3	<i>Salchicha Frankfurt</i> .....	16
1.7	<b>Aditivos</b> .....	16
1.7.1	<i>Nitritos</i> .....	16
1.7.2	<i>Nitratos</i> .....	16
1.7.3	<i>Fosfatos</i> .....	17

1.7.4	<i>Eritorbato</i> .....	17
1.7.5	<i>Potenciadores del sabor</i> .....	17
1.7.6	<i>Condimentos y especias</i> .....	17
1.8	<b>Requisitos Norma INEN</b> .....	18
1.8.1	<i>Requisitos bromatológicos</i> .....	18
1.8.2	<i>Requisitos Microbiológicos</i> .....	18

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	19
2.1	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	19
2.2	<b>Unidades experimentales</b> .....	19
2.3	<b>Materiales, equipos e insumos</b> .....	19
2.3.1	<i>Materiales</i> .....	19
2.3.1.1	<i>Obtención de carotenoides del pimentón <i>Capsicum annuum</i> L.</i> .....	19
2.3.1.2	<i>Elaboración de salchicha tipo coctel con colorante natural.</i> .....	20
2.3.2	<i>Equipos</i> .....	20
2.3.2.1	<i>Obtención de carotenoides del pimentón <i>Capsicum annuum</i> L.</i> .....	20
2.3.2.2	<i>Elaboración de salchicha tipo coctel con colorante natural.</i> .....	20
2.3.2.3	<i>Pruebas microbiológicas</i> .....	20
2.3.2.4	<i>Pruebas bromatológicas</i> .....	21
2.3.2.5	<i>Pruebas colorimétricas</i> .....	21
2.3.2.6	<i>Contenido de carotenoides</i> .....	21
2.3.3	<i>Insumos</i> .....	21
2.3.3.1	<i>Elaboración de salchicha tipo coctel con colorante natural.</i> .....	21
2.4	<b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	22
2.5	<b>Mediciones experimentales</b> .....	23
2.5.1	<i>Pruebas físico - químicas:</i> .....	23
2.5.2	<i>Análisis microbiológico:</i> .....	23



2.5.3	<i>Análisis organolépticos:</i> .....	23
2.5.4	<i>Evaluación económica:</i> .....	23
2.6	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	24
2.7	<b>Procedimiento experimental (en orden de ejecución)</b> .....	24
2.7.1.1	<i>Obtención de carotenoides del pimentón (Capsicum annum L.)</i> .....	24
2.7.1.2	<i>Formulación de salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón (Capsicum annum L.) como colorante natural.</i> .....	25
2.7.1.3	<i>Proceso de Elaboración de la salchicha tipo coctel</i> .....	26
2.8	<b>Metodología de evaluación</b> .....	27
2.8.1	<b>Análisis fisicoquímicos</b> .....	27
2.8.1.1	<i>Contenido de carotenoides (<math>\mu\text{g/g}</math>)</i> .....	27
2.8.2	<b>Colorimetría (<math>L^*</math>, <math>a^*</math>, <math>b^*</math>, <math>C</math>, <math>h^*</math>)</b> .....	28
2.8.3	<b>Análisis bromatológico:</b> .....	28
2.8.3.1	<i>Determinación de la humedad</i> .....	28
2.8.3.2	<i>Determinación de la proteína</i> .....	28
2.8.3.3	<i>Determinación de la grasa</i> .....	29
2.8.3.4	<i>Cenizas</i> .....	29
2.8.4	<b>Análisis microbiológico:</b> .....	29
2.8.5	<b>Análisis organolépticos:</b> .....	30
2.8.6	<b>Programa sanitario</b> .....	30

### CAPITULO III

3.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	31
3.1	<b>Análisis fisicoquímico</b> .....	31
3.1.1	<i>Contenido de carotenoides totales en las salchichas</i> .....	32
3.1.2	<b>Concentración de capsantinas en la salchicha</b> .....	33
3.2	<b>Análisis Colorimétrico (<math>L^*</math>, <math>a^*</math>, <math>b^*</math>, <math>h^*</math>, <math>C</math>)</b> .....	34
3.2.1	<i>Luminosidad (<math>L^*</math>)</i> .....	34
3.2.2	<i>Coordenadas rojo/verde (<math>a^*</math>)</i> .....	35

3.2.3	<i>Coordenadas amarillo/azul (b*)</i> .....	36
3.2.4	<i>Cromaticidad (C)</i> .....	37
3.2.5	<i>Ángulo de matiz (h*)</i> .....	37
3.3	<b>Análisis bromatológico</b> .....	38
3.3.1	<i>Contenido de humedad</i> .....	38
3.3.2	<i>Proteína</i> .....	39
3.3.3	<i>Grasa</i> .....	39
3.3.4	<i>Cenizas</i> .....	39
3.4	<b>Microbiológico</b> .....	40
3.5	<b>Análisis organoléptico</b> .....	41
3.5.1	<i>Color</i> .....	41
3.5.2	<i>Apariencia</i> .....	42
3.5.3	<i>Olor</i> .....	42
3.5.4	<i>Sabor</i> .....	43
3.5.5	<i>Aceptabilidad</i> .....	43
3.6	<b>Evaluación económica</b> .....	45
<b>CONCLUSIONES</b> .....		46
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		47
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1 :</b>	Taxonomía del pimentón (capsicum annum l.) .....	2
<b>Tabla 2-1:</b>	Composición nutricional de la carne de res.....	13
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición nutricional de la carne de cerdo.....	14
<b>Tabla 4-1:</b>	Requisitos bromatológicos para las salchichas tipo ii. ....	18
<b>Tabla 5-1:</b>	Requisitos microbiológicos para las salchichas tipo ii. ....	18
<b>Tabla 6-2 :</b>	Esquema del experimento.....	22
<b>Tabla 7-2:</b>	Esquema del adeva. ....	22
<b>Tabla 8-2:</b>	Formulación de salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carotenoides.....	25
<b>Tabla 9-2:</b>	Valoración organoléptica , para la misma se utilizó la prueba de rating test de wittig, (2001).....	30
<b>Tabla 10-3:</b>	Concentración de carotenoides presentes en la salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón como colorante naturaL.....	31
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis colorimétrico de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante naturaL .....	34
<b>Tabla 12-3:</b>	Análisis bromatológico de la salchicha tipo coctel con carotenoides como colorante natural del tratamiento t2 .....	38
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis microbiológico de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante naturaL. ....	40
<b>Tabla 14-3:</b>	Análisis beneficio/costo de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante natural.....	45

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Regresión en función del contenido de carotenoides presentes en la salchicha tipo coctel.....	32
<b>Gráfico 2-3:</b> Regresión en función del contenido de capsantina presente en la salchicha tipo coctel.....	33
<b>Gráfico 3-3:</b> Regresión en función de la luminosidad (l) presente en la salchicha tipo coctel.....	35
<b>Gráfico 4-3:</b> Coordenadas amarillo/azul (b) presentes en la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante.....	36
<b>Gráfico 5-3:</b> Regresión en función del matiz de color (h*) presente en la salchicha tipo coctel.....	37
<b>Gráfico 6-3:</b> Análisis organoléptico (color) de la salchicha tipo coctel con carotenoides.....	41
<b>Gráfico 7-3:</b> Análisis organoléptico (apariencia) de la salchicha tipo coctel con carotenoides.....	42
<b>Gráfico 8-3:</b> Análisis organoléptico (olor) de la salchicha tipo coctel con carotenoides.....	42
<b>Gráfico 9-3:</b> Análisis organoléptico (sabor) de la salchicha tipo coctel con carotenoides.....	43
<b>Gráfico 10-3:</b> Porcentaje de aceptabilidad de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante.....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** Estadística de concentración de capsantina (mg/ml) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO B.** Estadística de concentración de carotenoides totales ( $\mu\text{g/ml}$ ) de la salchicha tipo coctel elaborada con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO C.** Estadística de colorimetría; luminosidad ( $I^*$ ) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO D.** Estadística de colorimetría (coordenadas rojo/verde) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO E.** Estadística de colorimetría (coordenadas amarillo/azul) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO F.** Estadística de colorimetría saturación ( $c$ ) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO G.** Estadística de colorimetría ángulo matriz ( $h$ ) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO H.** Estadística de análisis proximal (humedad, cenizas, proteína, grasa) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO I.** Estadística de microbiología (coliformes fecales, coliformes totales, aerobios mesófilos) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO J.** Estadística de los análisis organolépticos (color) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO K.** Estadística de los análisis organolépticos (olor) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO L.** Estadística de los análisis organolépticos (sabor) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.
- ANEXO M.** Estadística de los análisis organolépticos (aparición) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

## RESUMEN

En el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se obtuvieron carotenoides del pimentón (*Capsicum annum L.*), para aplicarlos en diferentes niveles (0.2, 0.4 y 0.6%) como colorante natural en salchichas tipo coctel, y se comparó con una fórmula control, con cuatro repeticiones por tratamiento, con un diseño completamente al azar. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza utilizando la prueba de Duncan para P menor a 0.05 en la evaluación físico-química, la prueba de rating test para las características organolépticas y estadística descriptiva para los análisis microbiológicos. Determinándose que los niveles de carotenoides totales y capsantina presentes en las muestras de salchichas, fueron más altos en los tratamientos de mayor concentración con 0.6% (T3) de carotenoide, reportándose 540,70 ug/mg y 1.30 ug/mL respectivamente, los diferentes tratamientos no afectaron la composición nutricional de las salchichas que presentaron el 61,68% de humedad, 13,25% de proteína, 7,38% de grasa y 2,73% de cenizas. En la valoración organoléptica todos los tratamientos recibieron una calificación de “muy buena”, otorgada por el panel de catadores. En las pruebas colorimétricas Cielab (L, a, b, C, h) se obtuvieron valores positivos para a (coordenadas rojo/verde) y b (coordenadas amarillo/azul), entendiéndose que son gamas de colores entre rojos y amarillos. Los análisis microbiológicos y bromatológicos demostraron que las salchichas son aptas para el consumo humano, en cuanto al análisis costo/beneficio se determinó que todos los tratamientos fueron rentables, por lo que se recomienda utilizar este colorante natural en la elaboración de las salchichas tipo coctel.

**Palabras clave:** <PRODUCCIÓN ALIMENTARIA>, <ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO>, <ESPECTOFOTOMETRÍA>, <CAROTENOIDES>, <CAPSANTINAS>, <COLORIMETRÍA>, <ANÁLISIS COLORIMÉTRICOS>.

## ABSTRACT

Carotenoids were obtained from paprika (*Capsicum annuum L.*) in the bromatology laboratory of the Faculty of Livestock Sciences of the Higher Polytechnic School of Chimborazo, to apply them at different levels (0.2, 0.4 and 0.6%) as a natural coloring in cocktail-type sausages, and it was compared with a control formula, with four repetitions per treatment, with a completely randomized design. The results obtained were subjected to the analysis of variance using the Duncan test for P less than 0.05 in the physical-chemical evaluation, the rating test for the organoleptic characteristics and descriptive statistics for the microbiological analyzes. Determining that the levels of total carotenoids and capsantin present in the sausage samples were higher in the treatments of higher concentration with 0.6% (T3) of carotenoid, reporting 540.70 ug / mg and 1.30 ug / mL respectively, the different treatments did not affect the nutritional composition of the sausages that presented 61.68% of humidity, 13.25% of protein, 7.38% of fat and 2.73% of ashes. In the organoleptic evaluation, all treatments received a rating of "very good", granted by the panel of tasters. In the Cielab colorimetric tests (L, a, b, C, h) positive values were obtained for a (red / green coordinates) and b (yellow / blue coordinates), It was understood that there are ranges of colors between red and yellow. The microbiological and bromatological analyzes showed that the sausages are suitable for human consumption, in terms of the cost / benefit analysis it was determined that all the treatments were profitable, so it is recommended to use this natural dye in the preparation of cocktail-type sausages.

**Keywords:** <FOOD PRODUCTION>, <PHYSICAL CHEMICAL ANALYSIS>, <SPECTOPHOTOMETRY>, <CAROTENOIDES>, <CAPSANTINES>, <COLORIMETRIA>, <COLORIMETRICS ANALYSIS>.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el consumo de productos cárnicos ha ido en aumento, mismos que llevan dentro de su formulación diferentes compuestos químicos como los nitratos y nitritos utilizados como agentes conservantes (Honikel, 2008 p. 13-18), la tendencia actual de cambiar y/o renovar la composición de estos productos mediante el uso de nuevos métodos y alternativas como lo son los pigmentos de origen vegetal, dado que poseen capacidad colorante y/o antioxidante, pero con la gran diferencia que no son dañinos para la salud destacándose en aplicación de productos cárnicos el licopeno, capsantina, antocianinas, luteína, betalaínas, curcumina, entre Otros (Rocio, et al ,2013, p. 45).

El extracto funcional natural de la capsantina obtenida del pimentón y capsaicina sólo presente en ajíes son ampliamente utilizados en la industria de alimentos, industria farmacéutica, química y cosméticos, teniendo una mayor demanda en países desarrollados como Estados Unidos, Japón, Corea y Europa. En la industria de alimentos los extractos de pimientos son usados como colorantes y saborizantes naturales, como un ejemplo de los mismos está el extracto de Paprika E160c (Capsantina y Capsorubina), es uno de los pigmentos naturales más demandados para la industria alimentaria. Este aditivo presenta una tonalidad situada entre el naranja oscuro y el rojo, se suministra en formato de oleoresina. Es poco soluble al agua, necesitándose disolver en tensos activos o mediante la técnica de la encapsulación. Actualmente, se usa como colorante y aditivo en una gran variedad de productos (Pino, 2018, p. 7).

Bajo estos conceptos el presente trabajo plantea el reemplazo de los colorantes artificiales mayormente utilizados en la industria cárnica por carotenoides del pimentón en diferentes niveles, como colorante natural en la elaboración de salchichas tipo coctel.

Extraer y seleccionar los carotenoides del pimentón, establecer las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la salchicha tipo coctel del presente estudio, utilizando (0,2% - 0,4% - 0,6 %) de colorante natural, determinar el porcentaje adecuado de colorante natural en la elaboración de la salchicha tipo coctel e identificar los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio/ costo.



## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Pimentón (*Capsicum annuum* L.)

##### 1.1.1 Origen

(INFOAGRO, 2003) Indica que, el pimentón es originario de la zona de Bolivia o Perú y en general de toda Mesoamérica, donde además de *Capsicum annuum* L. se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue llevado al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje en 1493.

En el siglo XVI el pimentón ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y el mundo con la colaboración de los portugueses. Según este mismo autor, la introducción en el continente europeo supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre oriente y occidente (INFOAGRO, 2003), en la tabla 1-1 se indica la taxonomía del pimentón.

##### 1.1.2 Taxonomía

**Tabla 1-1 :** Taxonomía del pimentón (*Capsicum annuum* L.)

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Genero	Capsicum
Especie	annuum Millar

**Fuente:** (INFOAGRO, 2003)

**Realizado por:** Aguilar Alvarado,2020.

### **1.1.3 Variedades**

Las variedades de pimentón se distinguen por las características tan particulares del fruto que pueden ser dulces o picantes, de tamaño grande o pequeño; de forma cuboides, cónica, piramidal; alargada o corta, coloración verde, amarillo, roja; se mencionan tres grupos, de los cuales surgen las variedades de pimiento actuales (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

#### **1.1.3.1 Variedades dulces:**

Son cultivados en invernaderos; Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco, así mismo son muy usados en la industria conservera. Explicado por (Biblioteca practica del horticultor , 2003), expresa que pueden considerarse las siguientes variedades comerciales de pimiento dulce:

- **Tipo California**

Son frutos cortos (7 – 10 cm), anchos (6 – 9 cm), con tres o cuatro cascos bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa (3 – 7 mm). Son los cultivos más exigentes en temperatura (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **Tipo Lamuyo**

Su tamaño varía entre los 13 - 15 cm de largo y 8 – 10 cm ancho, 3 – 4 lóculos. Los cultivares pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos (de mayor porte y entrenudos más largos) y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **Tipo Italiano**

Tienen una longitud media de 16 – 17 cm y 4 – 5 cm en la base, alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con plantación tardía en septiembre u octubre y recolección entre diciembre y mayo, dando producciones de 6 - 7 kg/m<sup>2</sup> (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **Tipo Marconi**

Frutos pendulares de 13 a 18 cm de longitud y 8 cm de ancho, 3 – 4 lóculos bien marcados, pulpa muy buena de sabor dulce, se consume verde y rojo (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

### 1.1.3.2 Variedades de sabor picante

Muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.

- **Cornicabra**

Pimiento rojo, largo y poco grueso, retorcido, superficie rugosa, carne fina y sabor dulce. (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **Capsicum annum var. Acuminatum**

Fruto largo y agudo; la anchura es la décima parte de su longitud. (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **Pimiento rojo largo o ‘guindilla’**

Pimiento picante, terminado en punta, de 12-15cm de largo y 3cm de ancho. (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **Pimiento rojo de Cayena**

Pimiento picante, cilíndrico-cónico, con la punta replegada en cornete y de 8 a 12cm de largo. (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

- **De Padrón**

Pimiento algo picante, pequeño, de carne muy estrecha y de poco peso. Se utiliza en encurtidos. (Biblioteca practica del horticultor , 2003).

## 1.2 Carotenoides

El nombre genérico de los carotenoides deriva de la zanahoria, *Daucus carota*, ya que fue de esta hortaliza de donde se aislaron por primera vez, los carotenoides son un grupo numeroso de pigmentos esparcidos mayormente en el reino vegetal y algunos en el reino animal, producen colores que van desde el amarillo hasta el rojo intenso. En la naturaleza se han identificado más de 600 de estos compuestos, y se estima que anualmente se sintetizan 100,000 toneladas de carotenoides de fuentes naturales. Son esenciales para que las plantas realicen la fotosíntesis, ya que actúan como receptores de la luz solar y, en forma muy especial, como escudo contra la fotooxidación destructiva. (Abushita, et al , 2000, p. 34).

Según (Antonio J ;& Meléndez-Martínez, 2014 p. 2-6), los carotenoides químicamente son terpenoides, formados por ocho unidades de isopreno, de tal forma que la unión de cada unidad se invierte en el centro de la molécula. En los carotenoides naturales sólo se encuentran tres elementos: C, H y O. El oxígeno puede estar presente como grupo hidroxilo, metoxilo, epoxi, carboxilo o carbonilo. Dentro de los carotenoides podemos distinguir dos grupos: los carotenos, que son hidrocarburos, y las xantofilas, que poseen oxígeno en su molécula. Un ejemplo de pigmentos terpenoides responsables de la diversidad cromática se pueden encontrar en pimientos, pimentones, chiles y ajíes (*Capsicum spp*). Diversos estudios atribuyen a estos compuestos propiedades beneficiosas para la salud tales como, actividad antioxidante, antitumoral o pro vitamínica. (Mosquera, et al , 2012, p. 7).

En la industria de los colorantes derivados de pimentón (*C. annuum L.*) es muy importante que es producto presente un color rojo intenso, lo que implica contenidos en capsantina y capsorrubina lo más alto posible, un aspecto fundamental es la estabilidad de estos extractos durante su conservación y producción. (Nuez, et al , 2006 p. 12-16) El contenido de estos pigmentos puede ser tan alto que sus frutos se utilizan exclusivamente para elaborar colorantes alimentarios en forma de pigmentos y oleorresinas. A pesar de que se han descrito más de 30 carotenoides distintos del genero *Capsicum*, solo unos pocos representan más del 90% del contenido total de carotenoides. (Nuez, et al , 2006, p. 15)

### **1.2.1 Capsantina**

Es un pigmento de color rojizo, extraído de la oleorresina del pimentón. Posee una propiedad funcional con alta actividad de color asta (American Spice Trade Association) en la adición de pastas, condimentos en polvo y embutidos cárnicos. Es por esto que ha sido un pigmento de interés como sustituto de los colorantes artificiales (Fernández, et al , 2002, p. 9).

La capsantina es un carotenoide exclusivo del género (*Capsicum spp*) un metabolito de alto valor por su actividad antioxidante. Los metabolitos secundarios sintetizados durante la maduración del fruto del pimentón (*Capsicum annuum L.*) no solo actúan en mecanismos de defensa que protegen a la planta de varios estreses bióticos y abióticos, sino que también son beneficiosos para la salud humana. Particularmente cuando el fruto alcanza un rojo total, se han cuantificado mayor concentración de vitamina C (como ácido ascórbico), provitamina A y mayor contenido de carotenoides, beta carotenos y capsantina/capsorubina (Marín, et al,2004, p. 11).

Capsaicina O Capsantina es el principal carotenoide del pimiento común (*Capsicum annuum*), en el que representa hasta el 60% del total de los carotenoides presentes. También es el más abundante en otras especies del mismo género y, naturalmente también en el pimentón, utilizado extensamente en España y en Hungría, con el nombre de paprika como especia, por su color y aroma.

La capsantina es un carotenoide bastante raro, entendiendo como tal en primer lugar que prácticamente no se encuentra en otros vegetales. Además, su estructura tiene la particularidad de que el anillo de uno de sus extremos tiene solamente cinco eslabones. Su biosíntesis se produce a partir de la zeaxantina, que se transforma en anteraxantina un epóxido, y después en capsantina. En el pimiento y en sus extractos (polvo, oleoresina) aparecen otros muchos carotenoides, del orden de 50, una buena parte de los cuales no se conoce con detalle. El segundo más importante es la capsorrubina. Tanto ésta como la capsantina están mayoritariamente en forma esterificada. También contiene cantidades significativas de b-caroteno. (Calvo, et al , 2008, p. 16)

### **1.2.2 Zeaxantina**

Se encuentra distribuida entre los vegetales, acompañando a otros carotenoides. Es el carotenoide típico del maíz, y de ahí procede su nombre. También se encuentra en muchas bacterias. (Calvo, et al , 2008, ps. 16)

### **1.2.3 Luteína**

La luteína se encuentra en muchos vegetales, como en las judías verdes, las espinacas o el brócoli, su color está enmascarado por el de la clorofila. Junto con la zeaxantina, es el carotenoide responsable del color de la yema de huevo. Se utiliza principalmente para añadirla al pienso de pollos y gallinas, para colorear la piel, carne y huevos. La luteína tiene dos grupos hidroxilo, pero en los alimentos se encuentra generalmente en forma no esterificada. (Barringer, 2005, p. 14)

### **1.2.4 Beta-criptoxantina**

Es el carotenoide predominante en las naranjas, se encuentra presente en otras frutas de color amarillo o anaranjado, como la papaya o el melocotón, en el boniato y, acompañando a la zeaxantina. Este carotenoide tiene actividad como vitamina A, pero menos que el beta-caroteno (Cordeiro, et al , 2009, p. 7).

### **1.2.5 Astaxantina**

Es el carotenoide más común en los animales. Es el principal pigmento responsable del color rosa de la carne del salmón y de la trucha, también de las huevas de algunos peces. El músculo del salmón del Atlántico contiene entre 4 y 10 mg de astaxantina por kilogramo, mientras que el salmón del pacífico, más intensamente coloreado, contienen entre 14 y 40 mg/ kg. Junto con la astaxantina se encuentran cantidades menores de cantaxantina y de astaceno. Estos peces, como los demás animales no pueden sintetizar los carotenoides por lo que dependen de los contenidos en la dieta, que, si pueden transformar unos en otros, con ciertas limitaciones. en la acuicultura es muy importante, ya que, si se quiere obtener el color habitual en los animales salvajes, deben incluirse carotenoides precursores en los piensos. (Biswas, et al, 2012, p. 32).

### **1.2.6 Cantaxantina**

La cantaxantina se encuentra en las setas *Cantharellus cinnabarinus*, fue ahí donde se extrajo por primera vez, y de cuyo nombre latino procede el del carotenoide. Contiene dos grupos carbonilos, uno en cada anillo, conjugados con los dobles enlaces  $C=C$ , se utiliza también como aditivo en los piensos destinados a los salmónidos, para dar color a su carne, y en el balanceado de gallinas y pollos, para dar color a la yema del huevo, a la piel y carne. El color se obtiene por depósito directo o por transformación de la cantaxantina en otros carotenoides (Bloukas, et al, 2015, p. 16).

### **1.2.7 Licopeno**

El licopeno es el carotenoide más abundante en el tomate. Aunque el contenido depende mucho del grado de maduración, exposición a la luz, tipo de suelo, y de la variedad, puede considerarse representativa la cifra de 40 mg de licopeno por cada 100 gramos. Una diferencia fundamental entre la estructura del b-caroteno y la del licopeno es que los anillos de los extremos se encuentran abiertos en el segundo. Por esto, el licopeno es el precursor biosintético del b-caroteno en el tomate. El licopeno no tiene actividad como vitamina A, pero es un antioxidante muy eficiente frente al oxígeno, (Choski, 2007, p. 12).

### **1.2.8 B-caroteno**

Este carotenoide fue el primero en ser purificado el año 1831, Wackenroder lo aisló en forma cristalina a partir de la zanahoria, dándole el nombre que lleva, derivado de la denominación latina de este vegetal *Daucus carota*. Aunque su valor vitamínico es solamente de alrededor de un sexto

del valor del retinol, Vitamina A en su forma metabólicamente activa, su abundancia en los vegetales y también en algunos alimentos animales, como la leche, hace de él una fuente fundamental de vitamina A para muchísimas personas. (Choski, 2007, p. 12).

Son ricas en b-caroteno la zanahoria, que contiene entre 70 y 140 mg/kg, los vegetales verdes como la espinaca y algunas frutas. El b-caroteno se emplea mucho como colorante alimentario, es insoluble en agua, y no es fácil de utilizar, para colorear bebidas refrescantes, una de sus principales aplicaciones, se utiliza en forma de polvo extremadamente fino, en partículas de 0.4 micras de diámetro aproximadamente, estas se dispersan en el agua con la ayuda de un polisacárido como la goma arábiga. El b-caroteno actualmente se obtiene por síntesis química, o por cultivo de *Dunaliella salina*, un alga microscópica que prolifera en aguas con concentraciones muy elevadas de sal, (Doménech, et al , 2016 ,p. 7).

### **1.3 Pigmentos sintéticos y naturales**

La industria de pigmentos es una de las de mayor volumen de ventas a nivel mundial; se producen 700 toneladas/año de pigmentos entre naturales y sintéticos. Un aditivo es un material que se añade de manera intencionada, en cantidades pequeñas junto a otra sustancia para mejorar sus características fisicoquímicas u organolépticas , entonces, un pigmento es cualquier material que imparte color a otra materia obtenida por síntesis o artificio similar, extraída o derivada, con o sin intermediarios del cambio final de identidad la cual se puede obtener a partir de un vegetal, animal, mineral u otra fuente y que cuando es añadida o aplicada a alimentos, medicamentos o cosméticos, es capaz de impartir color por sí misma. Por lo tanto, en algunos casos, un pigmento es también un aditivo. (Boo, et al ,2012, p.40).

Debido a la preocupación por la seguridad en el uso de pigmentos sintéticos, éstos se han estudiado exhaustivamente con respecto a su efecto sobre la salud. Aunque a la mayoría se les han atribuido daños en el comportamiento conductual de los niños, pero aún queda duda sobre su posible participación en otras alteraciones en la salud. Por esto se han reducido los pigmentos usados en alimentos, aunque los aspectos de legislación varían ampliamente entre bloques comerciales y países dentro de cada bloque. En Europa y Japón, la demanda de pigmentos sintéticos ha disminuido, aunque en el resto del mundo ha aumentado (2 a 3% al año). En general, en alimentos sólo se aceptan nueve pigmentos sintéticos, con severas restricciones en su uso. (Badui DergaL, 2006,p. 156)

### *1.3.1 Colorantes cárnicos*

Dado la gran variedad de productos alimenticios que requieren ser coloreados para mejorar su aspecto visual o bien para estandarizar el color del producto terminado, (Arysa, 2013) ha desarrollado una gran variedad de colorantes a los que ha denominado "COLORANTES CARNICOS". Los mismos han sido formulados para distintos tipos de embutidos dependiendo si el producto va a ser sometido a temperatura de cocción o si va a ser emulsionado o si solamente va a ser embutido como carne fresca mezclada con especias y aditivos. El último adelanto en el desarrollo de colorantes fue el del Colorante Sólido, el mismo es mucho más estable y con mayor poder de coloración.

#### *1.3.1.1 Color carmín OAP*

Es una solución alcalina de carmín al 3% su color es rojo violáceo y se emplea para salmueras de inyección. Su dosificación es variable dependiendo del tipo de salmuera a inyectar como del porcentaje de inyección final. Una dosis tentativa es 60 gr. a 80 gr. por cada 100 Kg. de salmuera a inyectar. (Arysa, 2013 )

#### *1.3.1.2 Color rojo OAP*

Es una solución hidro-alcohólica de colorantes sintéticos aprobados por Salud Publica. Se lo emplea en pastas finas (mortadelas y salchichones) como así también en chorizos frescos. Es un colorante muy estable y su color rojo brillante da al embutido un color vivo y fresco, muy agradable. Su dosis varía según el color que se desea obtener y el embutido a elaborar. (Arysa, 2013 )

#### *1.3.1.3 Color rojo polvo*

Es un colorante sólido, que resulta de la combinación de colorantes naturales y sintéticos, con estabilizantes del color. Es altamente soluble y de gran poder de tinción. Por ser sólido su conservación es mayor por lo tanto es más confiable y seguro. Se emplea un 50% menos que los colorantes tradicionales. Es muy práctico su uso ya que al ser sólido es más fácil de pesar pudiéndose combinar con cualquier aditivo. (Arysa, 2013)



#### *1.3.1.4 Color rojo carmín polvo*

Es un colorante sólido, que resulta de la combinación de colorantes naturales y sintéticos, con estabilizantes del color. Es altamente soluble y de gran poder de tinción. Por ser sólido su conservación es mayor por lo tanto es más confiable y seguro. Se emplea un 50% menos que los colorantes tradicionales. Es muy práctico su uso ya que al ser sólido es más fácil de pesar pudiéndose combinar con cualquier aditivo. (Arysa, 2013)

### *1.3.2 Colorantes artificiales*

Colorante artificial en los alimentos El coloreado artificial de los alimentos se produce desde que éstos se comercializan en forma elaborada. Para ello se han utilizado extractos vegetales, y durante el siglo XIX, pigmentos minerales, muchos de los cuales eran muy tóxicos. A partir de la obtención de colorantes orgánicos sintéticos a mediados del siglo XIX, el coloreado artificial de los alimentos encontró nuevas herramientas. Sin embargo, por su toxicidad y sobre todo por sus efectos a largo plazo (carcinogenicidad) muchos de estos colorantes terminaron prohibidos para su uso alimentario. (Avila, 2012 p. 8).

#### *1.3.2.1 Rojo E40*

(mbarex, 2013), Nos dice que el Rojo 40 (conocido también como Rojo Allura e identificado como E-129) es el colorante más utilizado dentro de la industria cárnica. Este producto de origen sintético es derivado del petróleo, y se caracteriza por ser un polvo rojizo el cual es soluble en agua. Si bien su aplicación está aprobada por la FDA en los EE.UU. para cosméticos, medicamentos y alimentos, este colorante ha sido prohibido en varios países debido a que puede ocasionar efectos secundarios.

Así también un liberador de histamina, y puede intensificar los síntomas del asma. Así mismo está implicado en la producción de hiperactividad en niños. Cuando está presente en altas concentraciones, uno de los productos de degradación causa cáncer de vejiga en los animales.

#### *1.3.2.2 E-124*

Rojo cochinilla A, Rojo Ponceau 4R Puede provocar reacciones alérgicas. Se ha discutido su posible efecto cancerígeno en hámster Prohibido en Estados Unidos desde 1976. (Muñoz, 2008, p. 4).

#### *1.3.2.3 E-129*

Rojo Allura 2C No se sabe si puede afectar al metabolismo. Puede provocar hiperactividad. En España se autoriza para colorear artificialmente carnes frescas. (Muñoz, 2008, p. 4).

### **1.4 Color en los alimentos**

#### *1.4.1 Color*

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto, es decir se trata de una apreciación, la cual depende de cómo nuestros ojos detectan la luz reflejada y de cómo nuestro cerebro la procesa, siendo afectada por el objeto, el observador, el iluminante, la geometría óptica, el área, fondo, superficie, brillo y temperatura. Entonces se la define como una respuesta mental al estímulo que una radiación luminosa visible producida en la retina. (Heredia, 2009, p. 4)

Se considera un concepto psicofísico, relacionado al mismo tiempo con la psicología del observador, la fisiología de la visión y la energía radiante espectral de una fuente luminosa, así mismo (Heredia, 2009 ,p. 4) da una definición precisa del color percibido que nos indica que el color es el aspecto de la percepción visual por el cual un observador puede distinguir diferencias entre dos campos de visión del mismo tamaño, forma y estructura, causada por diferencias en la composición espectral de la radiación incidente, de la capacidad del objeto para transformarla y de la fisiología del observador.

#### *1.4.2 Color en la industria alimentaria*

Diversas industrias miden el color de sus productos: la industria del papel, la textil, de colorantes y pinturas, construcción, automóviles, medicamentos y alimentos, en la industria alimentaria, el color es un parámetro en base al cual se realizan clasificaciones de productos ,por lo tanto se evalúan materias primas, se hace control de procesos y se miden indirectamente otros parámetros, como la capacidad de retención de agua en las carnes (CRA), cenizas en harinas, curado, oxidación o degradación de un producto, desverdización de cítricos (ICC), conservación en

atmósferas controladas, tostación del café y clasificación de huevos de gallina en blancos o castaños, para satisfacción del consumidor . (Norma IRAM 20022 , 2004, p. 5)

### ***1.4.3 Color en productos cárnicos***

El color de la carne o de los productos cárnicos es un importante atributo de la calidad, el cual influye en la aceptación de los mismos por parte de los consumidores. Es un parámetro importante en la medición sensorial de los productos cárnicos procesados, (Marchesi, et al ,2006 p. 12-14). El color en los productos cárnicos es el producto de reacciones bioquímicas entre los compuestos naturales de la carne, tales como la mioglobina, la hemoglobina y el oxígeno y la acción de agentes externos tales como los nitratos y nitritos (Boles, et al , 2010, p. 11)

## **1.5 Materia prima cárnica**

### ***1.5.1 Carne de res***

La carne se ofrece al consumidor como un producto de base y ha venido formando parte de la alimentación del hombre desde casi siempre. La evolución del consumo de este producto a lo largo de la historia nos lleva a recordar los pretéritos episodios de caza hasta los modernos sistemas de producción de los animales domésticos. Así, los actuales sistemas de producción permiten que el mundo disponga de una provisión de consumo de carne estimada en el año 2005 de 44,64 kg/habitante y año. (FAO, 2019).

Según detalla el Código alimentario español, se entiende por carne a la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Se incluyen las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de él en los procesos de manipulación, preparación y transformación. (Horcada, 2010, p. 20)

#### ***1.5.1.1 Composición nutricional de la carne***

La importancia de la carne desde el punto de vista nutricional se debe a las proteínas de alta calidad (que posee todos los aminoácidos esenciales), las grasas, los minerales y vitaminas de

elevada disponibilidad. La composición y el porcentaje de estos nutrientes depende de la especie animal, la dieta a la cual se lo ha sometido, la edad, el sexo, etc. (Montovelle, 2016, p. 2), ver tabla 2-1.

- Magras (<6 gramos de grasa por 100 g de alimento),
- Semigrasas (6-12 gramos de grasa por 100 g de alimento)
- Grasas (>12 gramos de grasa por 100 g de alimento)

**Tabla 2-1:** Composición nutricional de la carne de res.

	Carne magra	Carne semigrasa
PC ( por 1g)	1	0,95
Agua	73,9	62,3
Energía Kcal	131	256
Energía KJ	548	1071
Proteína (g)	20,7	16,7
Lípidos (g)	5,4	21
Hidratos de carbono(g)	Tr	Tr
Fibra(g)	0	0

**Fuente:** (Varela, 2001 p. 12)

**Realizado por:** Aguilar Alvarado,2020.

### 1.5.2 *Carne de cerdo*

El cerdo es el mamífero paquidermo doméstico de aprovechamiento alimenticio más completo y es una de los alimentos básicos de la gastronomía española. La carne del cerdo es suave y tierna; su color es rosa pálido y su textura es firme y, sin embargo, suave al tacto. A la hora de la compra debe elegirse las piezas de apariencia ligeramente húmeda, de carne firme y color rosado grisáceo. La grasa que contenga debe ser también firme y de color blanco. Si se adquieren huesos, éstos deben ser de color azul rosáceo. (Carnes y Productos Carnicos , 2011, p. 15), ver tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Composición nutricional de la carne de cerdo

	Unidad	Por 100 g de porción comestible	Por ración (160 g)
Energía	(Kcal)	273	437
Proteínas	(g)	16,6	26,6
Lípidos totales	(g)	23	36,8
AG saturados	(g)	7,43	11,89
AG monoinsaturados	(g)	9,62	15,39
AG poliinsaturados	(g)	3,51	5,62
Agua	(g)	60,4	96,6

Fuente: (Carnes y Productos Carnicos , 2011, p. 15)

Realizado por: Aguilar Alvarado, Alba,2020.

### 1.5.3 *Grasa de Cerdo*

La grasa es un componente esencial que contribuye a la jugosidad y blandura de los embutidos, pero también plantea muchos problemas ya que si no se controla adecuadamente el proceso puede quedarse grasa sin emulsionar, además si no se elige la grasa adecuada en el caso de que sea demasiado blanda esta tendrá ácidos grasos insaturados que van a acelerar el enranciamiento y esto ocasionara alteraciones en el color y sabor, así como también un menor tiempo de conservación de la misma; por esta razón se recomienda usar grasa dura. (Montovelle, 2016, p.6).

### 1.5.4 *Tripas*

Son un componente fundamental puesto que van a contener el resto de los ingredientes condicionando la maduración del producto, se pueden utilizar distintas clases, (Suarez. J, 2006, p. 13).

#### *1.5.4.1 Tripas animales o naturales*

Proceden de tracto Digestivo de los vacunos, ovinos y porcinos. Tradicionalmente son los envases para los productos embutidos, este tipo de tripas antes de uso deben ser correctamente limpiadas y secadas, (Suarez. J, 2006, p. 13).

#### *1.5.4.2 Tripas artificiales*

Las tripas sintéticas o artificiales presentan las siguientes ventajas, (Suarez. J, 2006, p. 15).

- Largos periodos de conservación
- Calibrado uniforme
- Resistente a la rotura
- Algunas impermeables (sin perdidas)
- Otras permeables a gases y humo
- Se pueden rotular
- Se pueden engrapar y usar en procesos automáticos
- No toxicas
- Algunas son comestibles a base de colágeno.
- Fácil pelado.

### **1.6 Salchicha**

Según la norma NTE INEN 1338 Productos cárnicos cocidos. Son los productos sometidos a tratamiento térmico que deben alcanzar como mínimo 70 °C en su centro térmico o una relación tiempo temperatura equivalente que garantice la destrucción de microorganismos patógenos.

( Norma Técnica Ecuatoriana: 1338, carne y productos cárnicos, 2012,p.8)

#### ***1.6.1 Tipos de salchicha***

##### *1.6.1.1 Salchicha natural*

La salchicha natural es un producto de carne de cerdo y res, poco condimentada en tripa natural, color rojo o anaranjado, es un producto recomendado para piqueos y platos preparados. (Braedt, 2007)

### *1.6.1.2 Salchicha vienesa*

(Braedt, 2007), indica que es una salchicha con carne de res, cerdo y sin tripa, ahumada y suavemente condimentada.

### *1.6.1.3 Salchicha Frankfurt*

Es una salchicha ahumada tipo europeo de carne de res, cerdo y pimienta de calidad. Su proceso de cocción y ahumado le da un color dorado distintivo. (Braedt, 2007)

## **1.7 Aditivos**

### *1.7.1 Nitritos*

Aunque de acción básicamente conservadora, varios son los efectos del nitrito en los embutidos. El nitrito no actúa sobre la carne como tal, sino que es el principal responsable de los efectos producidos es la molécula de óxido nitroso, mundialmente se encuentran autorizadas 125 ppm en productos terminados, es responsable del color rosado así también como de combatir microorganismos como el *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus*, siendo especialmente letal para el *Clostridium botulinum*. Al ser este microorganismo muy resistente al tratamiento térmico, la adición de nitrito se convierte prácticamente en el único medio para evitar la transmisión del botulismo a través de productos cárnicos. (Calvopiña, 2014, p. 35).

### *1.7.2 Nitratos*

El nitrato potásico fue el primer agente nitrificante usado en la fabricación de salazones de productos cárnicos. Esta sustancia se encuentra presente a nivel de impureza en las sales de roca usadas antiguamente para salazones. El nitrato como tal no tiene acción nitrificante sobre la carne, sino que sus efectos son debidos a su transformación en nitritos por acción de las nitrato reductasas, enzimas producidos por lactobacilos y enterobacterias, entre otros. (Calvopiña, 2014, p. 35).

### ***1.7.3 Fosfatos***

Los fosfatos cumplen básicamente dos funciones, por un lado, aumentan la capacidad de retención de agua y por el otro favorecen la solubilización y extracción de proteínas miofibrilares, responsables de la ligazón intermuscular que presentan los embutidos. (Calvopiña, 2014, p. 35).

### ***1.7.4 Eritorbato***

Es un antioxidante usado para evitar los cambios de color y sabor en una variedad de alimentos. El ácido eritórbito y los eritorbatos pueden ser consumidos normalmente por todos los grupos religiosos, así como por los vegetarianos. No tiene ningún efecto colateral conocido en las concentraciones adecuadas. (bioaplicaciones, 2007).

### ***1.7.5 Potenciadores del sabor***

Los potenciadores del sabor son sustancias que, sin modificar el sabor propio del producto, exaltan la percepción olfato-gustativa de este sabor. El mecanismo por el que se produce este fenómeno no está nada claro. Por un lado, parece ser que actúan directamente sobre las terminaciones nerviosas haciéndolas especialmente sensibles a los sabores, pero por otro lado se puede comprobar que no tienen efecto alguno sobre los cuatro sabores de base (Dulce, salado, ácido y amargo). (Calvopiña, 2014, p. 37).

### ***1.7.6 Condimentos y especias***

Se utilizan para conferir a los embutidos ciertas características sensoriales específicas al producto. La sal común es el ingrediente no cárnico más empleado en embutidos. Cumple una triple función: contribuye al sabor, actúa como conservador retardando el desarrollo microbiano, fundamentalmente porque reduce la disponibilidad de agua en el medio (actividad de agua) para el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas, y, por último, ayuda a la solubilización de las proteínas, lo que favorece la ligazón entre las distintas materias primas (Jimenez, et al , 2003, p. 24).



## 1.8 Requisitos Norma INEN

### 1.8.1 Requisitos bromatológicos

Según la Norma INEN 1 338, el salami de acuerdo a las normas ecuatorianas debe cumplir con los siguientes requisitos bromatológicos establecidos en la tabla 4-1

**Tabla 4-1:** Requisitos bromatológicos para las salchichas tipo II.

Requisito	Unidad	Maduradas		Crudas		Escaldadas		Cocidas		Método de ensayo
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Perdida por Calentamiento	%	-	35	-	60	-	65	-	65	NTE INEN 77
Grasa total	%	-	45	-	20	-	25	-	30	NTE INEN 778
Proteína	%	14	-	12	-	12	-	12	-	NTE INEN 781
Cenizas	%	-	5	-	5	-	5	-	5	NTE INEN 786
pH	%	-	5,6	-	6,2	-	6,2	-	6,2	NTE INEN 783

Fuente: Norma INEN 1 338,2010, p. 6.

Realizado por: Aguilar Alvarado, Alba,2020.

### 1.8.2 Requisitos Microbiológicos

Los productos cárnicos deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 5-1, según la Norma INEN 1338

**Tabla 5-1:** Requisitos Microbiológicos para las salchichas tipo II.

Requisito	Caso	n	c	M	M	Método de ensayo
<i>Aerobios mesofilos, ufc/g*</i>	1 <sup>a</sup>	5	3	1,0x10 <sup>5</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli, ufc/g*</i>	10 <sup>b</sup>	5	-	<10	-	NTE INEN 765
<i>Staphylococcus aureus, ufc/g*</i>	7 <sup>c</sup>	5	2	1,0x10 <sup>b</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	NTE INEN 768
<i>Salmonella, 25 g</i>	10 <sup>d</sup>	5	0	0	0	NTE INEN-ISO 6579

Fuente: Norma INEN 1 338,2010, p.7.

Realizado por: Aguilar Alvarado, Alba ,2020.

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el Centro de Producción de Cárnicos y laboratorios de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba en la Panamericana Sur Km 1 ½, a una altitud de 2740 msnm a una longitud de 78°40' 59" W y una latitud de 01°30'51" S, con una temperatura promedio anual de 13°C. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 90 días, distribuidos en la obtención de los carotenoides (colorante natural), elaboración de la salchicha tipo coctel y análisis de laboratorio.

#### 2.2 Unidades experimentales

El número de unidades experimentales fue de 2kg (salchichas), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones teniendo un total de 32Kg durante el experimento, de las cuales se tomaron las muestras correspondientes para la evaluación fisicoquímica, microbiológicas y organoléptica.

#### 2.3 Materiales, equipos e insumos

##### 2.3.1 *Materiales*

###### 2.3.1.1 *Obtención de carotenoides del pimentón *Capsicum annuum* L.*

- Pimentón
- Acetona
- Éter etílico
- Cloruro de sodio
- Di-etil éter
- Éter etílico
- Sulfato de sodio anhidro
- Agua

#### *2.3.1.2 Elaboración de salchicha tipo coctel con colorante natural.*

- Carne de res
- Carne de cerdo
- Grasa de cerdo
- Tripas sintéticas

#### **2.3.2 Equipos**

##### *2.3.2.1 Obtención de carotenoides del pimentón *Capsicum annuum* L.*

- Cuchillos
- Balanza analítica
- Colador/Filtros
- Rota vapor
- Embudo
- Espectrofotómetro
- Colorímetro

##### *2.3.2.2 Elaboración de salchicha tipo coctel con colorante natural.*

- Bascula
- Molinos de carne
- Cutter
- Embutidora
- Marmita
- Mesa de acero inoxidable
- Juego de cuchillos

##### *2.3.2.3 Pruebas microbiológicas*

- Tubos de ensayo
- Caja Petri

- Autoclave
- Estufa
- Microscopio
- Cuenta colinas
- Agares para cultivos microbiológicos
- Agua destilada
- Vaso de precipitación
- Agitador magnético

#### *2.3.2.4 Pruebas bromatológicas*

- Equipo para determinación de proteína
- Equipo para determinación de grasa
- Crisoles
- Estufa
- Mufla
- Balanza analítica
- Reactivos

#### *2.3.2.5 Pruebas colorimétricas*

- Colorímetro Konica Minolta, Modelo: CR-400

#### *2.3.2.6 Contenido de carotenoides*

- Espectrofotómetro

### **2.3.3 Insumos**

#### *2.3.3.1 Elaboración de salchicha tipo coctel con colorante natural.*

- Aditivos
- Carotenoides (colorante natural)

- Especies
- Hielo

## 2.4 Tratamientos y diseño experimental

Se aplicaron tres tratamientos con diferentes niveles de carotenoides como colorantes (0, 0.2, 0.4 y 0.6) %, frente a un tratamiento control sin carotenoides, con cuatro repeticiones por tratamiento distribuidos bajo un diseño completamente al azar, el cual se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Dónde:

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

$\mu$  = Media por observación.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

**Tabla 6-2 :** Esquema del experimento

Niveles de carotenoides.	Código	Numero de repeticiones	TUE* (kg)	total kg./tratamiento
0% (Testigo)	T0	4	2	8
0.2%	T1	4	2	8
0.4%	T2	4	2	8
0.6 %	T3	4	2	8

TUE\*: Tamaño de la unidad experimental.

**Tabla 7-2:** Esquema del ADEVA.

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

## **2.5 Mediciones experimentales**

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo fueron:

### **2.5.1 Pruebas físico - químicas:**

- Contenido de carotenoides ( $\mu\text{g/g}$ )
- Contenido de capsantina ( $\mu\text{g/ml}$ )
- Parámetros colorimétricos (L,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h^*$ , C)
- Análisis bromatológico

### **2.5.2 Análisis microbiológico:**

- Coliformes Fecales
- Coliformes totales
- Aerobios mesofilos

### **2.5.3 Análisis organolépticos:**

- Color
- Sabor
- Olor
- Apariencia

### **2.5.4 Evaluación económica:**

- Cálculo de beneficio/costo.
- Costo de producción  $\$/\text{Kg}$ .

## 2.6 Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos fueron sometidos a:

- Análisis de varianza para la diferencia de las medias con una probabilidad menor a ( $P < 0,05$ .)
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan a nivel de significancia  $P < 0,05$  (pruebas físico- químicas)
- Pruebas no paramétricas para la valoración de las características organolépticas, se aplicaron las pruebas de Rating Test de Wittig.
- Para las pruebas microbiológicas se utilizó la estadística descriptiva.

## 2.7 Procedimiento experimental (en orden de ejecución)

2.7.1.1 *Obtención de carotenoides del pimentón (Capsicum annum l.), según la técnica descrita por (Burgos, et al, 2009, p. 63).*

Para la extracción del colorante proveniente del pimentón se utilizó el siguiente procedimiento:

- Se cortó el pimentón en trozos pequeños y se homogenizó con etanol por 1-2 minutos en un procesador de cuchillas.
- Luego de este tiempo se filtró el homogenizado.
- Seguidamente se extrajo el residuo 3 veces más a partir del extracto inicial.
- Se reunieron los extractos y concentrarlos en rota vapor, para los extractos con etanol (Temperatura: 70°C durante 45 minutos),
- Se agregó un volumen igual de di-etil éter libre de peróxidos y también se agregó la solución de cloruro de sodio hasta que se dé la formación de dos fases.
- A continuación, se separaron las dos fases en un embudo de separación.
- Se lavó la fase acuosa con éter etílico, y la fase etérea con agua para remover la acetona.
- Luego se secó la fase etérea con sulfato de sodio anhidro (5-10 g por 100 ml de extracto), durante 60 minutos.
- Filtramos y lavamos el agente desecante con éter etílico.
- Finalmente se concentró el extracto etéreo en el rota vapor.
- El residuo es un extracto de carotenoides

2.7.1.2 *Formulación de salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón (Capsicum annuum L.) como colorante natural.*

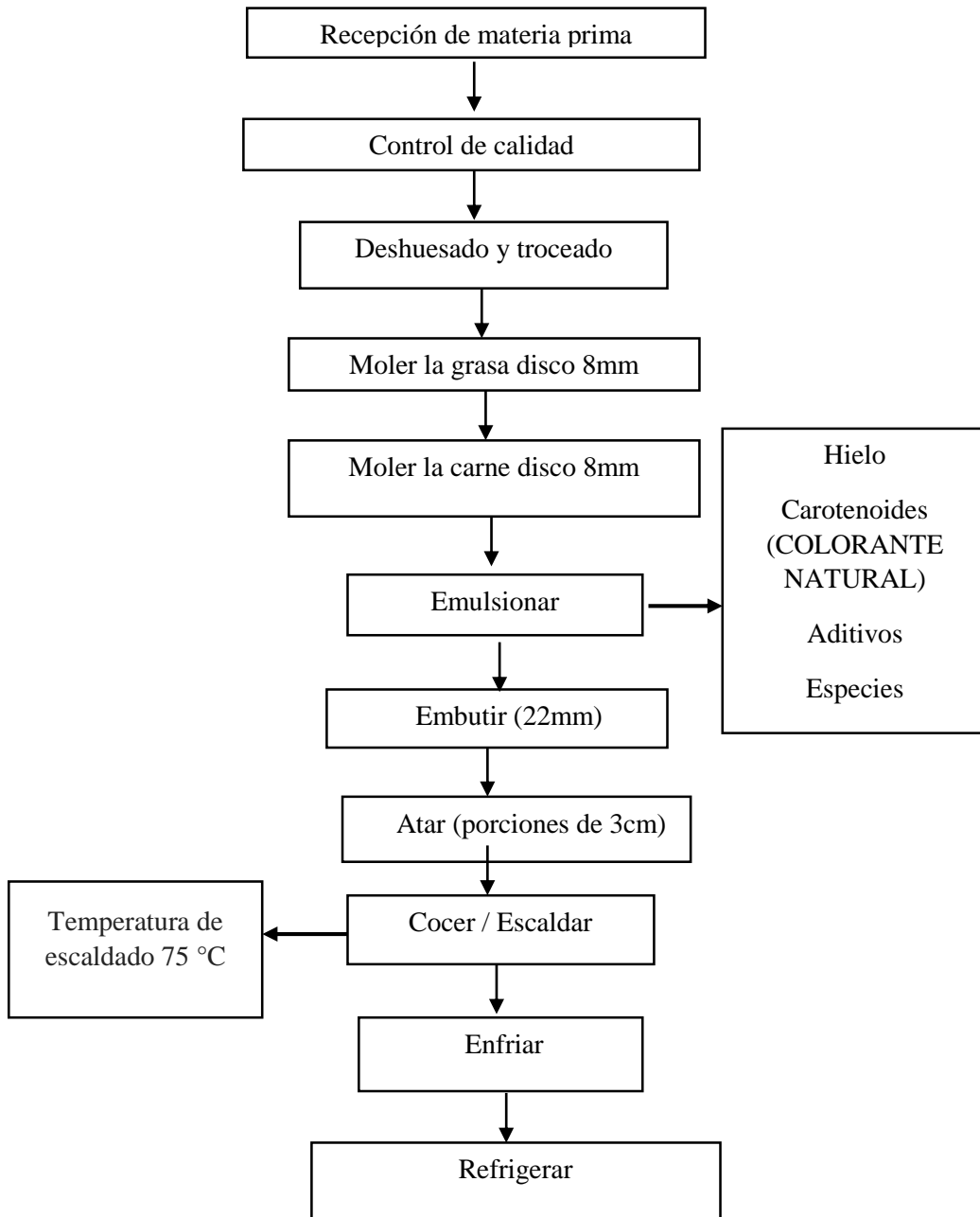
En la tabla 8-2 se muestra la formulación de la salchicha tipo coctel.

**Tabla 8-2:** Formulación de salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carotenoides

	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
<b>MATERIA PRIMA</b>				
Carne de res,%	40	40	40	40
Carne de cerdo,%	40	40	40	40
Grasa de cerdo,%	20	20	20	20
<b>ADITIVOS</b>				
Sal,%	2.2	2.2	2.2	2.2
Nitrito de sodio,%	0.015	0.015	0.015	0.015
Fosfatos,%	0.3	0.3	0.3	0.3
Eritorbato de sodio,%	0.08	0.08	0.08	0.08
Carotenoides (colorante natural),%	0	0.2	0.4	0.6
Pimienta blanca,%	0.3	0.3	0.3	0.3
Ajo,%	0.2	0.2	0.2	0.2
Cond.Salch,%	0.5	0.5	0.5	0.5
Vienesas,%				
Hielo,%	25	25	25	25

**Elaborado por:** Aguilar A, 2019.





*2.7.1.3 Proceso de Elaboración de la salchicha tipo coctel*

**Elaborado por:** Aguilar. A ,2019.

## 2.8 Metodología de evaluación

### 2.8.1 Análisis fisicoquímicos

2.8.1.1 *Contenido de carotenoides ( $\mu\text{g/g}$ ), según la técnica descrita por (Burgos, et al, 2009,p. 63).*

- Se pesaron 2.0 g de muestra.
- Se homogenizó la solución que contiene 2.0 g de muestra con 20.0 mL de una mezcla de acetona –etanol (1:1).
- Dejamos reposar por 24 horas a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ .
- Se filtró la solución anterior al vacío, empleando embudo Buschner, utilizando papel filtro Whatman poro grueso.
- Seguidamente se transfirió el filtrado a un balón volumétrico de 100.0 mL y se llevó a volumen con solvente para carotenoides (acetona- etanol).
- Se transfirió la solución a una ampolla de separación; adicionando 50.0 mL de hexano y 25.0 mL de agua; luego se agitó vigorosamente.
- A continuación, se dejó reposar por 30 min para que se dé la separación de fases.
- Se calibró el espectrofotómetro utilizando hexano como blanco.
- Se midieron las absorbancias de la fase orgánica, empleando una longitud de onda de 470 nm.
- Finalmente se expresaron los resultados, como  $\mu\text{g/mg}$  empleando el coeficiente de extinción molar de 2500 del  $\beta$ -caroteno y aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Calculo :}\mu\text{g/mg de carotenoides} = \left( \frac{AxVx10^6}{A_{1\text{cm}}^{1\%}x100xPmx(g)} \right)$$

Dónde:

A= Absorbancia de la muestra

V= Volumen total del extracto 1%

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$  = Coeficiente de asertividad del  $\beta$ -caroteno (2500)

Pmx = Peso de muestra en gramos,

- Para la cuantificación de capsantina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{mg/ml de Capsantina} = \frac{AxVx1000}{A_{1\text{cm}}^{1\%}x100}$$

### 2.8.2 Colorimetría ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C$ , $h^*$ )

Se calibró a blancos un colorímetro marca Konica Minolta, Modelo: CR-400, para la medición de cada lote de salchichas se midieron las coordenadas CIELab, haciéndose primero una pasta homogénea de cada uno de los tratamientos y colocándolos en cajas Petri para evitar el contacto directo del lente con las muestras. Las mediciones de color se expresaron en términos de luminosidad  $L^*$  ( $L^* = 0$  para el negro y  $L^* = 100$  para el blanco), y los parámetros de cromaticidad  $a^*$  (verde [-] y rojo [+]) y  $b^*$  (azul [-] y amarillo [+]). A partir de estos parámetros fueron calculadas las coordenadas  $C$  (croma) y  $h$  (tono) utilizando las ecuaciones 1 y 2 respectivamente.

$$1. C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$2. h = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

### 2.8.3 Análisis bromatológico:

Para realizar el control de los parámetros bromatológicos del producto terminado, se tomaron muestras de 100 gramos y se analizaron en laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, para realizar los exámenes correspondientes; proteína, grasa, humedad y cenizas.

#### 2.8.3.1 Determinación de la humedad

Para determinar el contenido de humedad se realizó según el método de ensayo emitido por la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 777, 1985, p. 3)

#### 2.8.3.2 Determinación de la proteína

Para determinar el contenido de humedad se realizó según el método de ensayo emitido por la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 781, 1985, p. 6)

#### 2.8.3.3 *Determinación de la grasa*

Para determinar el contenido de humedad se realizó según el método de ensayo emitido por la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 778, 1985, p. 4)

#### 2.8.3.4 *Cenizas*

El contenido de cenizas se determinó según la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 786, 1985, p. 3)

### 2.8.4 *Análisis microbiológico:*

Para los análisis microbiológicos, de igual manera se tomaron muestras de 100 g de cada unidad experimental, luego de su identificación fueron llevadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, para determinar la carga microbiológica presente en base al método de recuento rápido, empleándose para ello agares para cada uno de los microorganismos de interés, los valores fueron expresados en UFC/g.

- *Aerobios Mesofilos* UFC/g

Las pruebas para estos microorganismos se realizaron mediante los métodos de ensayo de la ( Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5, 2013, p. 8)

- *Coliformes Totales* UFC/g

El análisis microbiológico para la detección de coliformes totales se realizó mediante los métodos de ensayo de la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 765, 2013, p. 7)

- *Coliformes Fecales* UFC/g

Fueron contabilizados mediante los métodos de ensayo de la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 765, 2013 ,p. 6)

### 2.8.5 Análisis organolépticos:

Para estimar la valoración organoléptica de las salchichas tipo coctel con carotenoides como colorante, se efectuaron pruebas no paramétricas en función de la prueba de respuesta subjetiva de: (Wittig, 2001, p. 36), la cual está determinada en la escala que se expone en la Tabla 9-2, así también se realizaron equivalencias de calificaciones según se expresa en la Tabla 10-2.

**Tabla 9-2:** Valoración organoléptica , para la misma se utilizó la prueba de rating test de Wittig, (2001).

Parámetros	Puntos
Color	5
Olor	5
Sabor	5
Apariencia	5
Total	20

**Tabla 10-2:** Equivalencias de las calificaciones

Calificación	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Total
Excelente	4.1 – 5	4.1 – 5	4.1 – 5	4.1 – 5	17 - 20
Muy bueno	3.1 – 4	3.1 – 4	3.1 – 4	3.1 – 4	13 - 16
Bueno	2.1 – 3	2.1 – 3	2.1 – 3	2.1 – 3	9 - 12
Regular	1.1 – 2	1.1 – 2	1.1 – 2	1.1 – 2	5 - 8
Malo	0- 1	0- 1	0- 1	0- 1	0- 1

Realizado por: Antonella Aguilar,2019.

### 2.8.6 Programa sanitario

Los equipos de la planta de cárnicos fueron lavados con agua para retirar sustancias extrañas y partículas sólidas que no hayan sido removidas de procesos anteriores, posteriormente se realizará una limpieza con detergente y desinfección con cloro para garantizar la higiene de los equipos y materiales, este proceso se hará antes y después del proceso productivo.

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 Análisis fisicoquímico

Los carotenoides se obtuvieron y cuantificaron siguiendo la técnica dada por (Burgos, et al, 2009, p.63) donde explican los pasos para la obtención de un concentrado de carotenoides, de igual manera mediante espectrofotometría fueron seleccionados con una longitud de onda de 474 nm, los resultados se presentan en la tabla 10-3.

**Tabla 10-3:** Concentración de carotenoides presentes en la salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón como colorante natural.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS	NIVELES DE CAROTENOIDES (%)				E.E	PROB.	SING.
	0	0,2	0,4	0,6			
Carotenoide(µg/mg)	0,0	528,4a	531,2b	541,05c	0,75	< 0,0001	**
Capsantina (µg/mL)	0,0	1,28a	1,28b	1,31c	0,00180	<0,0001	**

E.E. : Error Estándar

PROB. >0,05 no hay diferencias significativas

PROB. <0,05 hay diferencias significativas

PROB. <0,01 hay diferencias altamente significativas

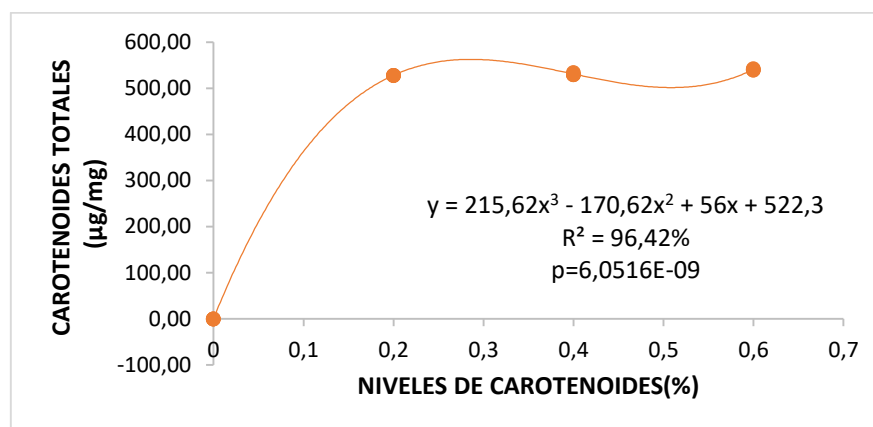
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Fuente:** Laboratorio de Bromatología, FCP, 2019.

**Realizado por:** Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.1.1 Contenido de carotenoides totales en las salchichas

El contenido de carotenoides de la salchicha tipo coctel elaborada con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón (*Capsicum annuum L.*) presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). Entre los tratamientos de estudio el comportamiento de los carotenoides no guarda similitud con el tratamiento testigo (T0). En los tratamientos de estudio el punto más alto es para el tratamiento cuatro (T3), en el cual se representan 540,70  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de carotenoides totales. Así también el análisis de la regresión determinó una respuesta cubica con una probabilidad calculada altamente significativa ( $6,0516\text{E}-09$ ), un coeficiente de determinación del 96,42%, demostrando que los carotenoides totales están en relación con los niveles de carotenoides como se puede observar en el grafico 1-3.

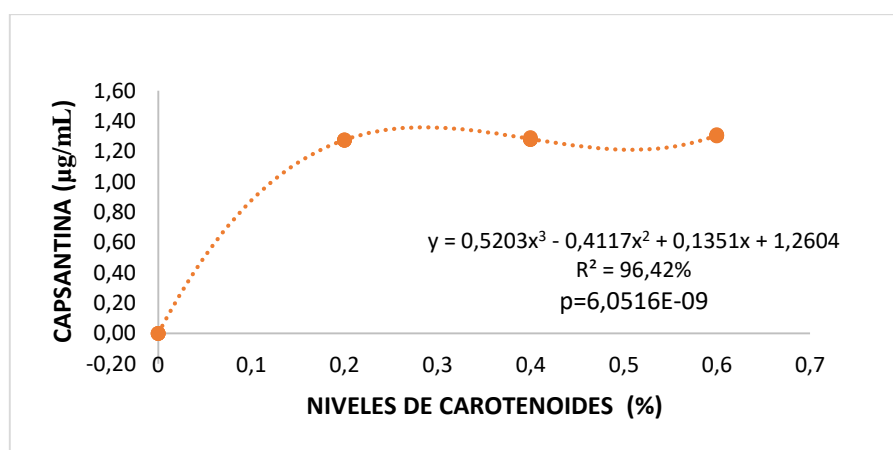


**Gráfico 1-3:** Regresión en función del contenido de carotenoides presentes en la salchicha tipo coctel.

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.1.2 Concentración de capsantinas en la salchicha

La capsantina es el carotenoide de mayor importancia dentro del pimentón (*Capsicum annuum* L.), en la salchicha tipo coctel elaborada con diferentes niveles de carotenoides utilizados como colorante se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ). Así también el análisis de la regresión determinó una respuesta cubica con una probabilidad calculada altamente significativa ( $6,0516E-09$ ), un coeficiente de determinación del 96,42%, lo que indica que la concentración de capsantinas está en relación con los niveles de carotenoides como se puede observar en el grafico 2-3. El tratamiento con mayor concentración de capsantinas es el tratamiento (T3) con  $1,31 \mu\text{g/mL}$ .



**Gráfico 2-3:** Regresión en función del contenido de capsantina presente en la salchicha tipo coctel.

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.



### 3.2 Análisis Colorimétrico (L\*, a\*, b\*, h\*, C)

La adición del pigmento en todos los lotes de salchichas presento diferencias altamente significativas para los valores de luminosidad (L\*), coordenada a\*(amarillo/azul), significativas para valor del ángulo de matiz (h\*), y no significativas para los valores de la coordenada b\* (rojo/verde), y la saturación (C), ver Tabla 11 -3.

**Tabla 11-3:** Análisis colorimétrico de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante natural

VARIABLES COLORIMÉTRICAS	NIVELES DE CAROTENOIDES (%)				E.E	PROB.	SING.
	0	0,2	0,4	0,6			
Luminosidad (L*)	47,2a	48,28b	48,15c	51,26d	0,15	<0,0001	**
Coord. Rojo/Verde(a*)	45,52a	46,33a	46,56a	46,76a	1,08	0,8563	ns
Coord. Amarillo/azul(b*)	17,32a	18,44b	18,66b	21,08c	0,18	< 0,0001	**
Saturación ( C )	49,44a	49,87a	49,22a	51,3a	1	0,4843	ns
Ángulo de matiz (h*)	0,36 a	0,38ab	0,39b	0,43c	0,01	0,0038	*

E.E. : Error Estándar

PROB. >0,05 no hay diferencias significativas

PROB. <0,05 hay diferencias significativas

PROB. <0,01 hay diferencias altamente significativas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

Fuente: Laboratorio de Microbiología, FCP, 2019.

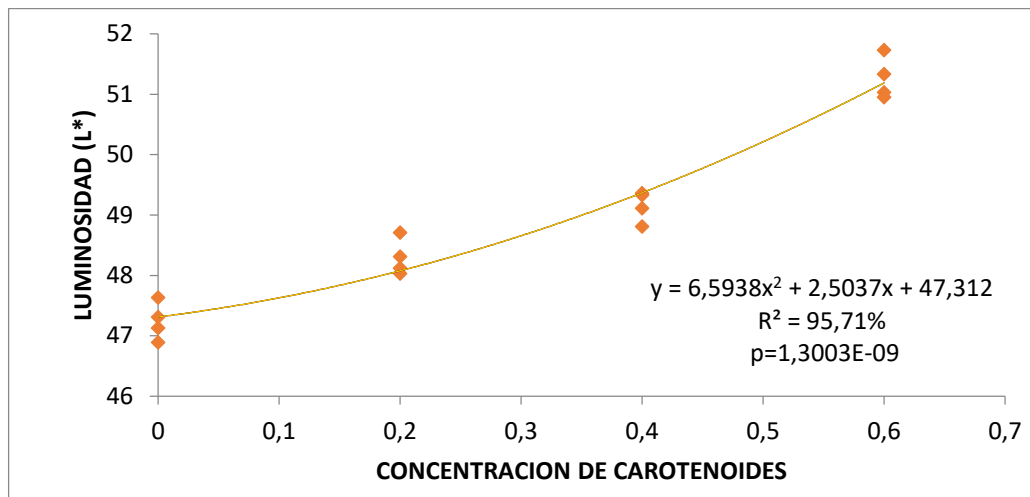
Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

#### 3.2.1 Luminosidad (L\*)

Este parámetro corresponde a la luminosidad del color presente en los diferentes tratamientos de salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante natural. Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), indicando que la luminosidad (L\*) aumenta para todos los tratamientos, mientras que el análisis de la regresión determinó una respuesta cuadrática con una probabilidad calculada altamente significativa ( $1,3003E-09$ ), un coeficiente de determinación del 96,71%, lo que quiere decir que la luminosidad está en relación con los niveles de carotenoides ver gráfico 3 -3. (Capilla, et al , 2002, p. 31) en su estudio sobre el color, explica que luminosidad es uno de los factores determinantes para la percepción del color, con los resultados se entiende entonces que cada uno de los colores obtenidos son diferentes entre sí.

A su vez (Meléndez, et al , 2004, p. 41) concluye que los carotenoides se caracterizan por ser estables cuando se encuentran en su ambiente natural, sin embargo, cuando se realiza un proceso de

extracción con solventes orgánicos o cuando se somete al alimento a cocción se vuelven más lábiles y se ven afectados por: la estructura, luz, temperatura, pH, reacciones de oxidación y almacenamiento. Por su parte (Amensour, 2010, p. 252) explica que la luminosidad está relacionada con el agua libre en la superficie, el contenido de grasa, tejido conjuntivo y contenido y tipo de hemopigmentos.



**Gráfico 3-3:** Regresión en función de la luminosidad (L\*) presente en la salchicha tipo coctel.

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

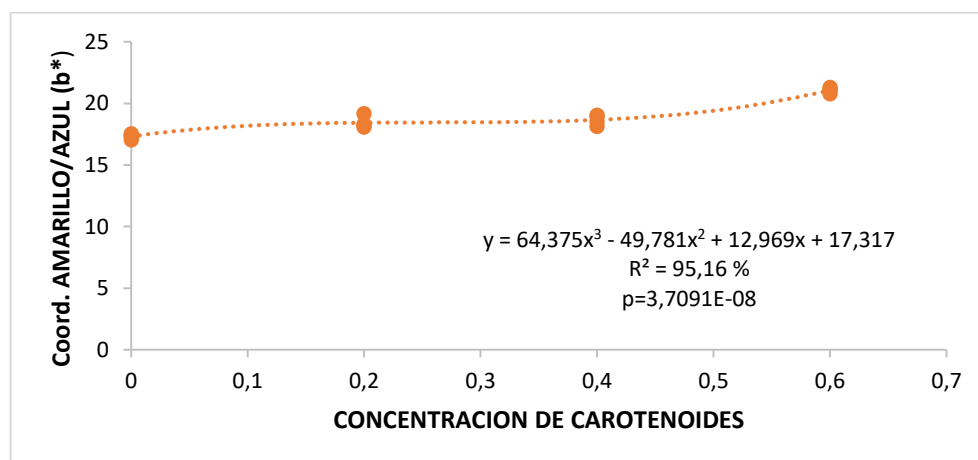
### 3.2.2 Coordinadas rojo/verde (a\*)

Dentro del Modelo de color CIELAB, (a\*) es el espacio de color donde los valores positivos corresponden al rojo y los negativos al color verde, (Pinzón Zárate, et al , 2015, p. 17). En las muestras analizadas de salchicha tipo coctel con carotenoides como colorantes no se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) como se expresa en la tabla 11 – 3. (Esen, et al , 2011, p. 32), encontraron que el polvo de tomate adicionado a salchichas de res actuó como un agente colorante y produjo un aumento en el valor de la coordenada (a\*) en los productos finales. Por su parte (Amensour, et al , 2010, p. 253), explica que en los productos cárnicos la coordenada (a\*) está influenciada por diversos factores tanto tecnológicos (emulsión en frío o caliente, tipo de picado, etc.) como de composición (relación fracción magra / fracción grasa, entre otros)

### 3.2.3 Coordenadas amarillo/azul (b\*)

A este parámetro le corresponden los valores positivos al amarillo y aquellos valores negativos se refieren a azul, (Pinzón Zárate, et al , 2015, p. 19). En las muestras analizadas de salchicha tipo coctel existe diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ). En el Grafico 4-3 se muestra la variación de parámetros (b\*) entre el tratamiento testigo (T0) y los tratamientos analizados, donde el valor más alto para (b\*) es el tratamiento cuatro (T4), mientras que el análisis de la regresión determinó una respuesta cubica con una probabilidad calculada altamente significativa ( $3,7091E-08$ ), un coeficiente de determinación del 95,16%, demostrando que las coordenadas amarillo/azul (b\*) están en relación con los niveles de carotenoides.

Así también el comportamiento ascendente de la coordenada (b\*) presentado en el estudio de (Amensour, et al ,2010, p. 251), donde analiza el color de las salchichas de pollo tipo Frankfurt adicionadas con extracto acuoso de hoja de *Myrtus communis*, coincide con la adición de extracto de carotenoides del pimentón (*Capsicum annum L.*) y puede atribuirse a los carotenoides presentes en la oleoresina que actúan incrementando el componente amarillo del color.



**Gráfico 4-3:** Coordenadas amarillo/azul (b) presentes en la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante.

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

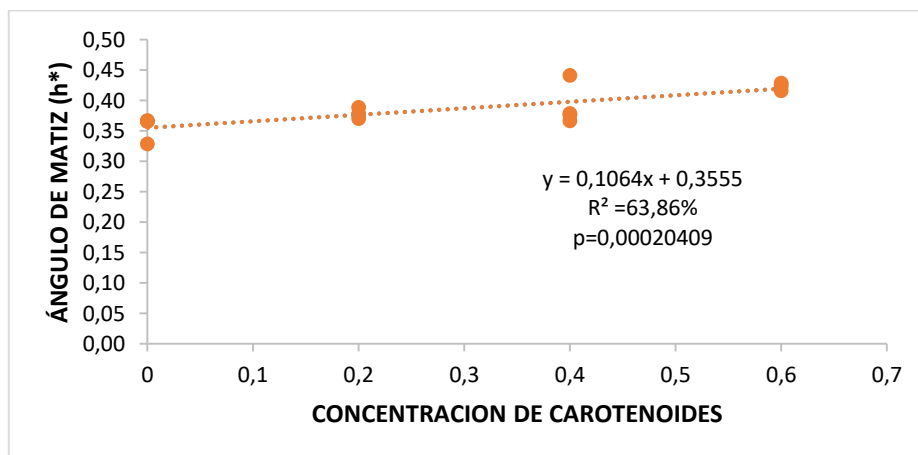
### 3.2.4 Cromaticidad (C)

El conjunto  $a^*$ ,  $b^*$  recibe el nombre de Cromaticidad y junto con la Luminosidad ( $L^*$ ) definen el color de un estímulo. Para el caso de esta investigación las muestras analizadas arrojaron resultados no significativos ( $P > 0.05$ ) ver tabla 12-3, los resultados obtenidos tienen relación con los obtenidos por (Esen, et al , 2011, p. 38) en su estudio en donde aplica concentrado de tomate en salchichas frankfurters.

### 3.2.5 Ángulo de matiz ( $h^*$ )

Los matices de color se refieren a la ligera variación de tono que un color hace en la lista cromática., en la aplicación de carotenoides como colorante natural en salchichas tipo coctel se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre todos los tratamientos analizados teniendo entonces que el punto más distante del matiz es el tratamiento cuatro (T4) en el cual se obtuvo una diferencia de color en relación al tratamiento testigo (T0), el análisis de la regresión determinó una respuesta lineal con una probabilidad calculada significativa ( $2,0409E-04$ ) , un coeficiente de determinación del 63,86%,demostrando que el ángulo de matiz ( $h^*$ ) está en relación con los niveles de carotenoides , ver gráfico 5- 3.

(Esen, et al, 2011, p. 39), explican en su estudio en donde aplican concentrado de tomate en salchichas frankfurters que el valor del matiz ( $h^*$ ) aumenta con cada tratamiento, la adición de carotenoides obtenidos del pimentón presentó coloración cercana al naranja rojizo.



**Gráfico 5-3:** Regresión en función del Matiz de color ( $h^*$ ) presente en la salchicha tipo coctel.

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.3 Análisis bromatológico

Para el análisis bromatológico de las salchichas tipo coctel elaboradas con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón se obtuvieron muestras del tratamiento dos (T2) tomando en cuenta que fue uno de los tratamientos de mejor calificación otorgada por los catadores, así también se consideró tomar un solo tratamiento para demostrar que la adición del colorante natural no afecta las características propias de la salchicha, ver tabla 12-3

**Tabla 12-3** Análisis bromatológico de la salchicha tipo coctel con carotenoides como colorante natural del tratamiento T2

VARIABLES	NIV. DE CAROTENOIDES (%)
Humedad (%)	61,68
Proteína (%)	13,25
Grasa (%)	7,38
Cenizas (%)	2,73

Fuente: Laboratorio de Bromatología, FCP, 2019.

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

#### 3.3.1 Contenido de humedad

El contenido de humedad de las salchichas elaboradas con diferentes niveles de carotenoides obtenidos del pimentón es congruente con los requisitos exigidos por la norma (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 777, 1985, p. 3) en la cual indica que las salchichas escaldadas deben poseer un máximo de 65% de humedad, y los valores obtenidos no fueron mayores al 61,68% para el tratamiento analizado (T2) con el 0,4% de concentración de carotenoides como colorante natural.

### **3.3.2 Proteína**

El contenido de proteína tiene similitud con los límites permitidos según la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 781, 1985, p. 6), que señala como límite mínimo 12% de proteína para salchichas escaldadas. Al comparar los resultados obtenidos por (Aguilar, 2009, p. 78), encontramos valores de proteína similares a los obtenidos en la presente investigación en vista a que posiblemente se trabajó con carne de buena calidad tanto de res como de cerdo.

### **3.3.3 Grasa**

Con respecto al contenido de grasa en comparación con la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 778, 1985, p. 4) el porcentaje de grasa de las salchichas tipo coctel se encuentra por debajo de los requisitos máximos permitidos, misma que señala como límite máximo el 25% de grasa para salchichas escaldadas.

### **3.3.4 Cenizas**

El contenido de cenizas en las salchichas tipo coctel está dentro de los límites permitidos según la (Norma Técnica Ecuatoria INEN 778, 1985, p. 4), donde el nivel máximo de cenizas para salchichas tipo coctel es de 5%, el tratamiento analizado no sobrepasa el 2.8% de cenizas, los resultados obtenidos son comparados con (Aguilar, 2009, p. 78), cuyos valores obtenidos en su estudio fueron similares.

### 3.4 Microbiológico

En la tabla 13-3 se expresan mediante estadística descriptiva el análisis de los datos microbiológicos obtenidos del presente trabajo.

**Tabla 13-3:** Análisis microbiológico de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante natural.

NIVELES	Variable	n	Media	D.E	CV	Min	Max	Mediana	Suma	P(0,05)
0%	<i>COLI. TOTALES</i>	4	125,0	144,34	115,47	0	250	125	500	0
0%	<i>COLI. FECALES</i>	4	0,0	0	0	0	0	0	0	0
0%	<i>AERO. MESOFILOS</i>	4	62,5	125	200	0	250	0	250	0
0,20%	<i>COLI. TOTALES</i>	4	62,5	125	200	0	250	0	250	0
0,20%	<i>COLI. FECALES</i>	4	0,0	0	0	0	0	0	0	0
0,20%	<i>AERO. MESOFILOS</i>	4	62,5	125	200	0	250	0	250	0
0,4%	<i>COLI. TOTALES</i>	4	62,5	125	200	0	250	0	250	0
0,4%	<i>COLI. FECALES</i>	4	0,0	0	0	0	0	0	0	0
0,4%	<i>AERO. MESOFILOS</i>	4	125,0	144,34	115	0	250	125	250	0
0,60%	<i>COLI. TOTALES</i>	4	62,5	125	200	0	250	0	250	0
0,60%	<i>COLI. FECALES</i>	4	0,0	0	0	0	0	0	0	0
0,60%	<i>AERO. MESOFILOS</i>	4	62,5	125	200	0	250	0	250	0

**Fuente:** Laboratorio de Microbiología, FCP, 2019.

**Realizado por:** Antonella, Aguilar, 2020.

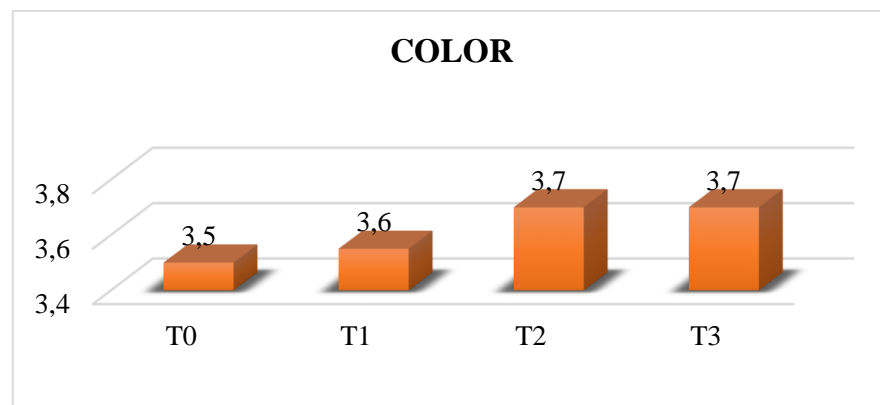
Los análisis microbiológicos realizados en el producto recién obtenido determinó la presencia de *Coliformes totales* con una media máxima de 62,5 UFC.g-1 debiendo señalarse que la presencia de coliformes totales en la higiene de los alimentos no se consideran indicadores de contaminación fecal sino solamente indicadores de calidad, según explica por lo que de acuerdo a los requisitos microbiológicos exigidos por la (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 765, 2013, p. 7), la misma que determina que, las cargas contabilizadas se encuentran dentro del límite máximo permitido, la misma que indica que la cantidad máxima para salchichas escaldadas es de 100 UFC.g-1, pudiendo señalarse que las cantidades determinadas se deban posiblemente a la calidad de la materia prima, la misma que se adquirió de los mercados locales, donde no se siguen parámetros de calidad en las materias primas así también para los *Aerobios mesofilos* se encontró que existe una media máxima de 125 UFC.g-1 lo cual está dentro de las normas ( Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5, 2013, p. 8), las cuales tienen como máximo permitido  $1,0 \times 10^7$  UFC.g-1, las muestras analizadas presentaron ausencia de *Coliformes fecales* lo que indica que las salchichas con carotenoides como colorante son aptas para el consumo humano.

### 3.5 Análisis organoléptico

La valoración de las características organolépticas de las salchichas tipo coctel se ajustó al test de respuesta subjetiva, la misma que utiliza la sensación emocional que el juez experimenta en la evaluación espontánea del producto, y dando así su preferencia en ausencia de cualquier influencia externa. Emplear este test nos permite verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación de un producto. Generalmente este tipo de test puede ser administrado en laboratorio con paneles que no requieren entrenamiento, a diferencia de los test de respuesta objetiva que sí usan jueces entrenados, (Wittig, 2001, p. 36).

#### 3.5.1 Color

Cómo se puede ver en el gráfico 6-3, el color de la salchicha tipo coctel no se vio afectada por la presencia de los carotenoides aplicados en este estudio, por esto todos los tratamientos presentaron una calificación de “muy buena” 3.7 puntos sobre 5 en promedio, según las equivalencias presentadas en la tabla 10-2, lo cual posiblemente sea a que el color presente en dichas muestras estaba relacionado a las salchichas de carácter comercial (rosado). Los datos obtenidos guardan relación con la investigación de (Aguilar, 2009, p. 82), quien utilizó el jugo de pimentón como antioxidante en salchichas de pollo.



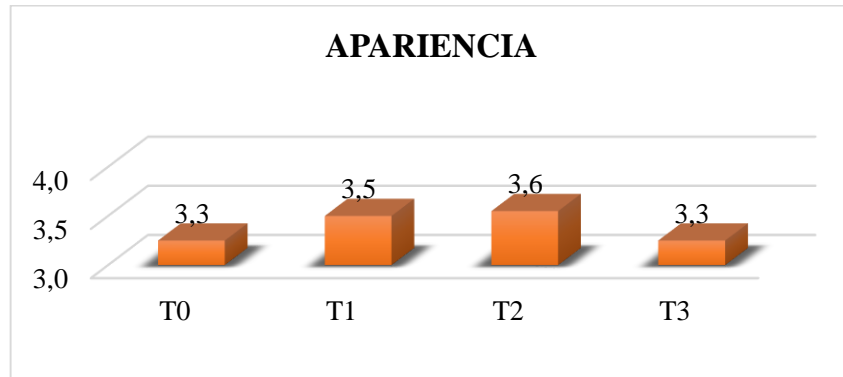
**Gráfico 6-3:** Análisis organoléptico (COLOR)

**Realizado por:** Antonella, Aguilar, 2020.



### 3.5.2 Apariencia

La apariencia de las salchichas tipo coctel no se vio afectada por el empleo de los carotenoides como colorante natural, lo cual se observa en el gráfico 7-3.

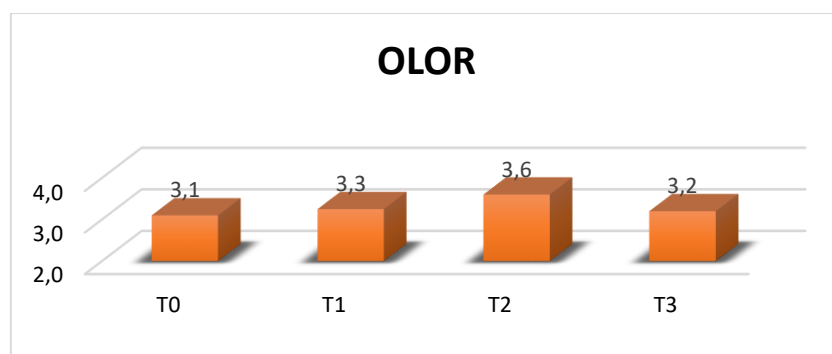


**Gráfico 7-3:** Análisis organoléptico (APARIENCIA)

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.5.3 Olor

En lo referente al olor se comprobó que los carotenoides como colorante natural que se aplicaron en el estudio no influyeron de manera negativa, todos los tratamientos obtuvieron la calificación de “muy buena”, ver gráfico 8-3. (Aguilar, 2009, p. 83) explica que, al utilizar concentrados de carotenoides se inhibe la aparición de olores desagradables y por ende la descomposición de los ácidos grasos.

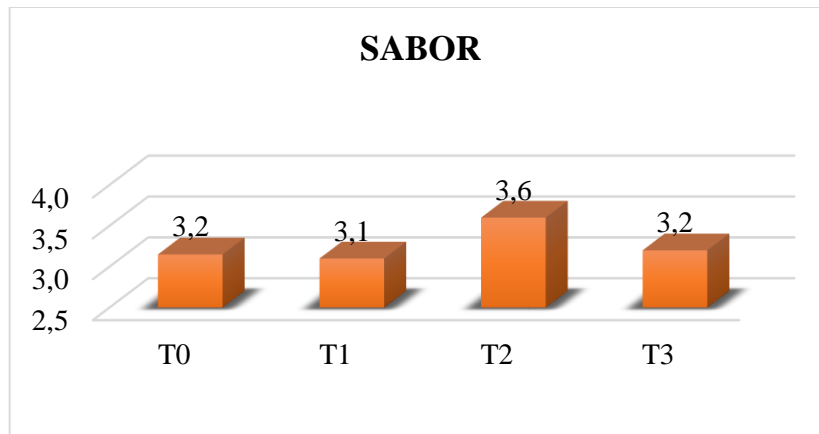


**Gráfico 8-3:** Análisis organoléptico (OLOR)

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.5.4 Sabor

El panel de catadores indicó que las salchichas tipo coctel tuvieron un sabor “muy bueno” para todos los tratamientos experimentales, ver gráfico 9-3. Esto comprueba que el empleo de carotenoides como colorante natural repercute en el sabor de las salchichas tipo coctel. ínfimamente en el sabor del mismo, Los datos obtenidos tienen relación con (Aguilar, 2009, p. 83), quien explica que a mayor concentración de jugo de pimienta mejoró la calificación por parte del panel de catadores.



**Gráfico 9-3:** Análisis organoléptico (SABOR)

Realizado por: Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.5.5 Aceptabilidad

La aceptabilidad de la salchicha tipo coctel como se puede observar en el gráfico 10-3, denota que el tratamiento control (T0) obtuvo una puntuación de 12,98 puntos sobre los 20 que toma en cuenta la Tabla 9-2 que explica los valores asignados para la evaluación organoléptica calificándolo como “bueno” dentro de la escala hedónica, aunque el resto de tratamientos obtuvieron un porcentaje de aceptabilidad mayor según el panel de catadores, teniendo como el mejor puntaje al tratamiento (T2) con 14,88 puntos sobre 20, calificándolo como “muy bueno”. Tomando como referencia global el parámetro de aceptabilidad se comprobó que los carotenoides como colorante natural no afectan a las características organolépticas del producto, con mayor o menor incidencia en los anteriores parámetros sensoriales estudiados. En el estudio de (Aguilar, 2009, p. 84), se manifiesta que la salchicha de pollo con el empleo de diferentes niveles de jugo de pimienta, no registró diferencias estadísticas en puntuaciones totales, esto

posiblemente a que la carne de pollo tiene menos mioglobina que la carne de res y por lo tanto esto último brinda más color y textura a las salchichas tipo coctel elaborada con diferentes niveles de carotenoides como colorante natural. Es importante indicar que ningún tratamiento fue calificado de forma negativa, las cuales están estipuladas dentro de la escala hedónica para el parámetro de aceptabilidad, como “regular” o “malo”.



**Gráfico 10-3:** Porcentaje de aceptabilidad de la salchicha

**Realizado por:** Antonella, Aguilar, 2020.

### 3.6 Evaluación económica

Los costos de producción por kilogramo de la salchicha tipo coctel con carotenoides como colorante natural se muestran en la tabla 14-3.

**Tabla 14-3:** Análisis beneficio/costo de la salchicha tipo coctel elaborada con carotenoides como colorante natural.

DETALLE	%	Costo/Kg Dólares	NIVELES DE CAROTENOIDES			
			0,00%	0,20%	0,40%	0,60%
carne de res %	40	6,15	2,46	2,46	2,46	2,46
Carne de cerdo %	40	4,80	1,92	1,92	1,92	1,92
Grasa de cerdo%	20	3,70	0,74	0,74	0,74	0,74
Sal%	2.2	1,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Nitrito de sodio %	0.015	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfatos%	0.3	12,50	0,04	0,04	0,04	0,04
Eritorbato de sodio%	0.08	17,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Carotenoides (colorante natural)%	0	8,00	0,00	0,10	0,20	0,30
Pimienta blanca%	0.3	13,10	0,04	0,04	0,04	0,04
Ajo%	0.2	12,75	0,03	0,03	0,03	0,03
Cond. Salchi Vienesas%	0.5	16,00	0,08	0,08	0,08	0,08
Hielo %	25	1,70	0,40	0,40	0,40	0,40
Tripa sintética		4,25	1,07	1,07	1,07	1,07
Hilo		2,00	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>TOTAL</b>			<b>7,12</b>	<b>7,22</b>	<b>7,32</b>	<b>7,42</b>
Cantidad de Salchicha obtenida , Kg			2,00	2,00	2,00	2,00
Costo de producción por Kg de salchicha en dólares			3,56	3,61	3,66	3,71
Ingreso de venta por Kg de Salchicha en dólares			5,56	5,61	5,66	5,71
Ingresos Totales en dólares			11,12	11,22	11,32	11,42
Beneficio/Costo en dólares			1,56	1,61	1,66	1,71

**Fuente:** Planta de cárnicos FCP.

**Realizado por:** Antonella, Aguilar, 2020.

Considerando que se estudiaron 3 tratamientos, se establece que presentaron una ligera variación, esto debido a que no en todos los tratamientos se aplicó diferente formulación para la elaboración del producto estudiado, debido a los niveles de carotenoides. En cuanto al pimentón la inversión inicial para su adquisición como materia prima fue mínima, más su valor económico fue definido por los costos de producción y mano de obra durante su etapa de procesamiento, estableciéndose así los mejores beneficios económicos para el tratamiento control (T0), con un valor de 1,56 dólares por kg de producción , lo que indica que por cada dólar invertido se obtendrá un beneficio de 0,56 centavos. En tanto que al utilizar (0.2 , 0.4, y 0,6 %) de carotenoides, los valores aumentaron , obteniendo valores medios de 1.66 , pudiendo considerar entonces que cualquier tratamiento puede ser la mejor opción para producir salchicha tipo coctel.

## CONCLUSIONES

- Los carotenoides obtenidos del pimentón y aplicados como colorante natural en salchichas tipo coctel, fueron sometidos a pruebas espectrofotométricas y de colorimetría para determinar la capacidad de coloración y la concentración de los mismos, es así que las concentraciones máximas de carotenoides totales y capsantina fueron de los tratamientos (T2 y T3).
- En cuanto a los análisis colorimétricos aplicados a todos los tratamientos se obtuvo que, el mejor tratamiento fue el (T2) cuyos valores de luminosidad ( $L^*$ ), coordenadas verde/rojo ( $a^*$ ) y en la coordenada amarillo/azul ( $b^*$ ) logran que el producto se asemeje al color de la salchicha de valor comercial ; así mismo se cuantificaron los parámetros para la Cromaticidad ( C ) determinando que existe relación entre las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  , mientras que el Matiz de color ( $h^*$ ) expreso que existe variación en el tono de la muestra .
- En el análisis sensorial todos los tratamientos demostraron tener buena acogida por parte del panel de catadores, determinado así que la concentración de carotenoides extraído del pimentón y utilizado como colorante natural es aplicable en salchichas tipo coctel.
- Las pruebas bromatológicas realizadas demostraron que, los carotenoides aplicados como colorante natural en la salchicha tipo coctel no afecta el valor bromatológico, estos resultados fueron analizados bajo exigencias emitidas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN), otorgando al producto la característica de apto para el consumo humano.
- Los análisis microbiológicos demostraron que la salchicha tipo coctel con carotenoides como colorante se encuentra dentro de las exigencias emitidas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN), otorgando al producto la característica de apto para el consumo humano.
- Con respecto al costo/beneficio de la salchicha tipo coctel, en todos los tratamientos se generan utilidades, es decir cualquier tratamiento estudiado puede ser empleado para una producción a nivel industrial.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para la obtención del colorante natural, el pimentón sea secado antes de realizar la extracción de los pigmentos, ya que esto ayudara a que la concentración del color sea mayor.
- Tomar como referencia el nivel de 0,4 % de carotenoides en la elaboración de este tipo de salchichas puesto que presentaron los mejores resultados en los diferentes análisis.
- Realizar estudios similares con otras hortalizas ricas en carotenoides, o que posean características de interés agroindustrial.
- Analizar diferentes niveles de longitud de onda y así determinar cuál es la más adecuada para la cuantificación de carotenoides.
- Incrementar la concentración de carotenoides y estudiar la variación colorimétrica del producto final.

## GLOSARIO

**Ángulo matiz:** Es la ligera variación de tono que existe en una muestra de color dentro de la escala cromática (Esen, et al, 2011, p. 39).

**Capsantina:** También conocida como oleoresina del pimentón, es un pigmento de color rosado presente el género (*Capsicum Annuum* L) (Fernández, et al , 2002, p. 9).

**Carotenoides:** Son pigmentos orgánicos que forman parte del grupo de los isoprenoides los cuales se encuentran de forma natural en plantas y otros organismos fotosintéticos (Fernández, et al , 2002, p. 9).

**Colorimetría:** Es la ciencia que forma parte del análisis de los colores, su instrumento de medición es el colorímetro (Capilla, et al , 2002, p. 31).

**Espectrofotómetro:** El espectrofotómetro es un instrumento de medida con el que se apoya la espectrofotometría para medir la cantidad de intensidad de luz absorbida después de pasar a través de una muestra (Burgos, et al, 2009, p.63).

**Luminosidad:** Es también llamada claridad, da un referente al aspecto luminoso de los colores que estudia (Capilla, et al , 2002, p. 31).

**Saturación:** Expresa la distancia de un color a otro dentro de una escala cromática (Pinzón Zárate, et al , 2015, p. 19).

## BIBLIOGRAFÍA

**ABUSHITA, A, et al.** “Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors”. *Agric. Food Chem*, [en línea], 2000, (Hungary), (48) ,pp. 34-38. [Consulta : Martes 19 de Noviembre de 2019]. Disponible en: [www.researchgate.net/publication/12429643](http://www.researchgate.net/publication/12429643)

**AGUIAR, Emilio.** Evaluacion de diferentes niveles de jugo de pimiento , como antioxidante natural en la elaboración de salchicha de pollo [en línea](Trabajo de Titulación).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,Riobamba, Ecuador.2009.pp. 82-84. [Consulta : 2020/07/19]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2091/1/27T0137.pdf>

**AMENSOUR, M, et al.** “Optica pura y aplicada. Trabajo presentado en el VIII Congreso Nacional del Color II” , (2006) , (España) pp.252-257.

**ARYSA.** Colorantes Alimenticios [blog]. 2013. [Consulta : 2019/09/11] Disponible en: <https://arysaargentina.com.ar/productos/colorantes/colorantes-alimenticios/>

**BARRINGER, S., et al.** “Electrostatic powder coating of Sodium erythorbate and GDL to improve color and decrease microbial counts on Meat. Innovative”. *Food Science and Emerging Technologies* [En línea] , 2005 (United State of America) ,pp.156-162. [Consulta : 2020/06/11]. Disponible en: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4549.2007.00129.x>

**BIOAPLICACIONES.** Bioaplicaciones.com. [blog]. 2007. [Consulta : 2019/09/11] Disponible en: [www.bioaplicaciones.galeon.com](http://www.bioaplicaciones.galeon.com).

**BISWAS, A., et al .** “Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii L.*) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storag” *Food Chemistry*[En línea], 2012(India)(133),pp. 32. [Consulta : 2020/06/11]. Disponible en: [www.researchgate.net/publication/257164329\\_](http://www.researchgate.net/publication/257164329_)



**BLOUKAS, J., et al.** Effect of natural colorants and nitrites on colour attributes of frankfurters.[en línea](Trabajo de Maestria) Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece. 2015.pp. 16. . [Consulta : 2020/07/19]. Disponible en: [www.sciencedirect.com/science/S0309174098001740](http://www.sciencedirect.com/science/S0309174098001740)

**BOLES, J.,et al.** “Meat color” *The Saskatchewan Food Product Innovation Program*. [En línea],2010(Saskatchewan),pp.11. [Consulta : 2020/06/11]. Disponible en: [www.researchgate.net/publication/306280705](http://www.researchgate.net/publication/306280705)

**BOO, H., et al.** “Extraction and characterization of some natural plant pigments”. *Industrial Crops and Products*[en línea], 2012,(Alemania),pp. 40-135.Disponible en : [scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-9917201400040000](http://scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-9917201400040000)

**BRAEDT.***Alimentos Carnicos* [blog]. 2007. [Consulta: 09 de Diciembre de 2019]. Disponible en:[www.braedt.com](http://www.braedt.com).

**BURGOS, J.,& ROMAN, F.** Determinación del contenido de carotenoides totales en ocho especies de frutas y verduras comercializadas en la zona metropolitana de San Salvador [en línea](Trabajo de Titulación).Universidad del Salvador, San Salvador, Honduras.2009.pp.63-65. [Consulta : 2020/07/19]. Disponible en: <http://docplayer.es/18782250-Universidad-de-el-salvador-facultad-de-quimica-y-farmacia-determinacion-del-contenido-de-carotenoides-totales-en.html>

**CALVO, M.,&GARCÍA, M.** “Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel”. *Meat Science*, [en línea], 2008.pp.16-19. [Consulta: 02 de Diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007003889>

**CALVOPIÑA, Silvia. 2014.** Elaboracion de salchicha tipo coctel con diferentes niveles de carne de pavo (10%,20% Y 30%) en remplazo de la carne de res. [en línea](Trabajo de Titulación).Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba,Ecuador.2014.pp 35. [Consulta : 2020/06/12]. Disponible en: [dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/848](http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/848)

**CAPILLA PEREA, P., et al.** *Fundamentos de Colorimetría* [en línea]. Valencia-España: Publicacions de la Universitat de València, 2002. [Consulta : 2020/07/10]. Disponible en: <https://www.agapea.com/libros/Fundamentos-de-colorimetria-9788437054209-i.htm>

**CHOSKI, P., & JOSHI, V.** “A review on lycopene-extraction , purification , stability and applications” . *International Journal of Food Properties*, [en línea],2007,(Hungary), (10) ,pp. 12. [Consulta : Jueves 14 de Julio de 2020]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/233266580>.

**DOMÉNECH-ASENSI, G., et al.** “Effect of the addition of tomato paste on the nutritional” *Food Science and Technology* [en línea], 2016, (España),pp.7-9. [Consulta : 2020/07/10]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174012003002>

**ESEN, E.,& OZTAN, A.**” Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive ” *Food Science and Technology*[en línea],2011,(Turkey),pp. 32-39. [Consulta : 2020/06/10]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643810002586>

**FAO.** *Carotenoides en los alimentos*[blog]. [Consulta: 14 de Diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>.

**FERNÁNDEZ,J., et al.** “Effect of paprika (*Capsicum annum*) on color of spanish-type sausages during the resting stage”*Journal of Food Science*[en línea],2002,(España),pp. 9-10. [Consulta : 2020/06/10]. Disponible en: [www.researchgate.net/publication/230118929](http://www.researchgate.net/publication/230118929)

**HORCADA,A.,& IBAÑEZ,O.** *Conceptos basicos de la carne* [en línea].Sevilla-España,2010. [Consulta : 2020/07/10]. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40940/horconcep113a140.pdf?sequence=1>

**INFOAGRO.***Pimentón* [blog]. [Consulta: 10 de Diciembre de 2019]. Disponible en: <http://.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>.

**JIMENEZ, F.,& CABALLERO, J.** *Principios basicos de la elaboracion de embutidos*[en línea].Madrid-España: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion,1989. ]. [Consulta: 10 de

Diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/principios-basicos-de-elaboracion-de-embutidos/oclc/67686441>

**MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A., et al.** Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos [en línea] (*Trabajo de Maestría*). Universidad de Sevilla, Sevilla, España. 2014 pp 11-16. [Consulta : 2020/07/19]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/26409>

**MARCHESI, C., et al.** Influência das condições de armazenamento sobre os pigmentos cárneos e a cor do salame italiano fatiado [en línea] (*Trabajo de Titulación*). : Ciencia e Tecnología Alimentar , Rio de Janeiro-Brazil. 2006.pp. 12-14. Consulta : 2020/07/19]. Disponible en: [es.scribd.com/document/374204224](https://es.scribd.com/document/374204224)

**MBAREX.** *Colorantes Naturales*[blog]. ].[Consulta: 02 de Febrero de 2020]. Disponible en: [mbarex.com/es/carmin-vs-rojo-40-aplicacion-en-alimentos/](https://mbarex.com/es/carmin-vs-rojo-40-aplicacion-en-alimentos/).

**MONTOVELLE, Diana.** optimizacion del uso de la harina de quinua (chenopodium) [en línea] (*Trabajo de Titulación*). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2016.pp.2-8. [Consulta : 2020/08/20]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23733/1/Tesis.pdf>

**MUÑOZ, Francisco.** “El riesgo En los niños del consumo de alimentos” Isla de Arriarán [en línea] ,2008,(España),pp. 279-331. [Consulta : 20 de agosto 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4371469>

**NORMA IRAM 2002:** *Análisis Sensorial. Directivas generales y metodología para la evaluación del color.*

**NTE INEN 778.** *Carne y productos cárnicos , determinación de grasa total.*

**NTE INEN 765.** *carne y productos cárnicos. Bacterias coliformes.*

**NTE INEN 777.** *Carne y productos cárnicos , determinación de humedad.*

**NTE INEN 781.** *Carne y productos cárnicos , determinación de proteína.*

**NTE INEN 786.** *Carne y productos carnicos , determinación de cenizas*

**NTE INEN 1529-5.** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.*

**NTE INEN 1338.** *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, Productos cárnicos curados-madurados y productos Cárnicos precocidoscocidos. Requisitos*

**NTE INEN 1529-5.** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismo saerobio smesófilos .*

**NUEZ., A., et al.** Estabilidad de carotenoides en pimenton (capsicum annum l.) frente a la fotooxidación [en línea](Trabajo de Titulación). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia,España. 2006.pp.13-15. . [Consulta : 2020/08/20]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/33852913/2006-Suarez-Embutidos>

**PINO, M., & ÁLVAREZ, F.** “Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias [en línea],2018,(Chile),volumen(360),pp 12. [Consulta : 14 de Julio de 2020]. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40853.pdf>

**PINZÓN-ZÁRATE, J.,et al.** “Análisis de los Parámetros de Color en Salchichas Frankfurt Adicionadas con Extracto Oleoso de Residuos de Chontaduro Bactris Gasipaes” Información Tecnológica [en línea],2015,(Colombia). [Consulta : 12 de agosto 2020]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/283169412>

**RETTIG,K.,& AH-HEN,K.** “El color de los alimentos un factor de calidad medible”. AgroSur[en línea],2014,(Chile),pp. 4-6. [Consulta : 2 de agosto 2020]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/365876782/El-color-en-los-alimentos-un-criterio-de-calidad-medible-pdf>

**SANCHES,R., & XIONG,J.** “Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos carnicos como colorante y/o antioxidantes”*Revista Inventum*[en linea],2013,(Colombia),pp.45-57. [Consulta : 1 de agosto 2020]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320984330>

**SUAREZ ,J.** “Empaques para embutidos” *Revista Reciteia* [en linea],2006,(España)6(2), pp.13-15. [Consulta : 1 de octubre 2020]. Disponible en: [s.scribd.com/doc/54750192/Los-Enpaques-y-Envases-en-La-Industria-Carnica-de-Embutidos](https://es.scribd.com/doc/54750192/Los-Enpaques-y-Envases-en-La-Industria-Carnica-de-Embutidos)

**TURCHI, A.** *Biblioteca practica del horticultor* [blog]. 2003. [Consulta : 2020/06/09]. Disponible en: [elhorticultor.org/biblioteca-completa-de-permacultura-y-ecologia](http://elhorticultor.org/biblioteca-completa-de-permacultura-y-ecologia)

**WITTIG, Emma.** *Evaluacion sensorial una metodologia actual para la tecnologia en alimentos*[en linea].*Santiago de Chile-Chile: Ciencias Quimicas y Farmaceuticas*, 2001. [Consulta : 11 de octubre 2020].Disponible en: <https://qdoc.tips/libro-chileno-de-evaluacion-sensorial-pdf-free.html>

## ANEXOS

**ANEXO A.** Estadística CONCENTRACION DE CAPSANTINA (ug/ml) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Carotenoides %	REPETICIONES				SUMA	MEDIA	
	I	II	III	IV			
0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,2%	1,28	1,28	1,28	1,27	5,10	1,28	
0,4%	1,28	1,29	1,28	1,28	5,13	1,28	
0,6%	1,30	1,31	1,31	1,30	5,22	1,31	
Promedio						1,29	
Coefficiente de variación(Cv)						0,38	

### 2. ANÁLISIS DE VARIANCA DE LA SEPARACIÓN DE MEDIAS

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles CAPSANTINA	4,98E+00	3	1,66E+00	126247,37	<0,0001
Error	1,60E-04	12	1,30E-05		
Total	4,98E+00	15			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	RANGOS
0	0,0	4	1,80E-03	A
0,2	1,28	4	1,80E-03	B
0,4	1,28	4	1,80E-03	C
0,6	1,31	4	1,80E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 4. ANÁLISIS DE VARIANCA DE LA REGRESIÓN

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	0,00426762	0,00142254	107,81427	6,0516E-09
Residuos	12	0,00015833	1,3194E-05		
Total	15	0,00442595			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,2603764				1,2564192	1,2643336	1,2564192	1,2643336
n	5	0,0018162	693,96256	5,3989E-29	8	1	8	1
	0,1351351	0,0348434	3,8783531		0,0592178	0,2110524	0,0592178	0,2110524
NIVELES	4	3	6	0,00219442	2	5	2	5
	-				-	-	-	-
	0,4117398	0,1539760	-		0,7472248	0,0762548	0,7472248	0,0762548
x <sup>2</sup>	6	5	2,6740514	0,02025849	5	8	5	8
		0,1692146	3,0749734		0,1516435	0,8890176	0,1516435	0,8890176
x <sup>3</sup>	0,5203306	7	3	0,00962741	2	8	2	8

**ANEXO B.** Estadística de CONCENTRACION DE CAROTENOIDES TOTALES ( $\mu\text{g/ml}$ ) de la salchicha tipo coctel elaborada con diferentes niveles d carotenoides.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Carotenos %	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,2%	528,40	528,60	528,80	527,80	2113,60	528,40
0,4%	529,80	535,00	530,20	529,80	2124,80	531,20
0,6%	540,40	541,00	543,20	539,60	2164,20	541,05
Promedio						400,16
Coefficiente de variación (CV)						0,38

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA SEPARACIÓN DE MEDIAS

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles carotenoides		853580	3	284793,3	126247,50 <0,0001
Error		27,07	12	2,26	
Total		854407,1	15		

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	RANGOS
0	0,0	4	0,75	A
0,2	528,4	4	0,75	B
0,4	531,2	4	0,75	C
0,6	541,05	4	0,75	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

4.	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	732,8675	244,289167	107,81427	6,0516E-09
Residuos	12	27,19	2,26583333		
Total	15	760,0575			

#### ANÁLISIS DE VARIANCA DE LA REGRESIÓN

**ANEXO C.** Estadística de colorimetría; LUMINOSIDAD (L\*) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

	Coefficient es	Error típico	Estadística t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	522,3	0,7526342	693,96256	5,3989E-29	520,66015	523,93984	520,66015	523,93984
Variable X 1	56	14,439118	3,8783531	0,00219442	24,539863	87,460136	24,539863	87,460136
Variable X 2	-170,625	63,807674	2,6740514	0,02025849	309,64997	31,600021	309,64997	31,600021
Variable X 3	215,625	70,122557	3,0749734	0,00962741	62,841072	368,40892	62,841072	368,40892

concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	47,31	47,63	47,13	46,89	188,96	47,2
0,2%	48,31	48,71	48,12	48,03	193,17	48,3
0,4%	49,11	49,33	49,36	48,81	196,61	49,2
0,6%	51,73	51,33	50,95	51,03	205,04	51,3
Promedio						49,0
Coefficiente de variación (CV)						0,63

#### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA LUMINOSIDAD (L)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles CAROTENOIDES	3,49E+01	3	1,16E+01	123,22	<0,0001
Error	1,13E+00	12	1,30E-05		
Total	3,61E+01	15	0,09		

P≤0,05: presenta diferencias significativas

#### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	RANGO
0	47,2	4	1,50E-01	A
0,2	48,29	4	1,50E-01	B
0,4	49,15	4	1,50E-01	C
0,6	51,26	4	1,50E-01	D



	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	47,312	0,16817267	281,329892	5,4578E-26	46,948685	47,675315	46,948685	47,675315
Variable X1	2,50375	1,350351	1,85414754	0,08653935	0,41350599	5,42100599	0,41350599	5,42100599
Variable X2	6,59375	2,15676903	3,05723511	0,0091714	1,93433379	11,253166	1,93433379	11,253166

Medias con una letra común son significativamente diferentes (p<0,01)

#### 4. ANÁLISIS DE VARIANCA DE LA REGRESIÓN

##### ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	34,498305	17,2491525	144,850674	1,3003E-09
Residuos	13	1,54807	0,11908231		
Total	15	36,046375			

**ANEXO D.** Estadística de colorimetría (COORDENADAS ROJO/VERDE) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

a(coordenadas rojo/verde)

<b>Concentración de carotenoides</b>	<b>REPETICIONES</b>				<b>SUMA</b>	<b>MEDIA</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
0%	45,61	49,98	45,27	45,39	186,25	46,56
0,2%	46,03	45,97	46,53	46,8	185,33	46,33
0,4%	40,13	47,21	47,86	46,89	182,09	45,52
0,6%	46,86	47,03	46,91	46,25	187,05	46,76
Promedio						46,30
Coefficiente de variación (CV)						4,66

#### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

	<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Niveles CAROTENOIDES		3,55E+00	3	1,18E+00	0,25	0,8563
Error		5,57E+01	12	4,64E+00		
Total		5,93E+01	15			

P≤0,05:presenta diferencias significativas

#### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	RANGO
0	45,5	4	1,08E+00	A
0,2	46,33	4	1,08E+00	A
0,4	46,56	4	1,08E+00	A
0,6	46,76	4	1,08E+00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

**ANEXO E.** Estadística de colorimetría (COORDENADAS AMARILLO/AZUL) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

b(coordenadas amarillo/azul)

Concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	17,53	17,03	17,35	17,36	69,27	17,32
0,2%	18,27	18,23	18,07	19,17	73,74	18,44
0,4%	18,95	18,13	19,03	18,53	74,64	18,66
0,6%	21,3	20,78	21,11	21,14	84,33	21,08
Promedio						18,87
Coefficiente de variación (CV)						1,9

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles					
CAROTENOIDES	3,02E+01	3	1,01E+01	78,58	< 0,0001
Error	1,54E+00	12	1,30E-01		
Total	3,17E+01	15			

$P\leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Niveles (%)	Medias	N	E.E	RANGO
0	17,3	4	1,80E-01	A
0,2	18,44	4	1,80E-01	B
0,4	18,66	4	1,80E-01	B
0,6	21,08	4	1,80E-01	C

Medias con una letra común son significativamente diferentes ( $p<0,01$ )

### 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
--------------------	-------------------	---------------------------	---	--------------------

Regresión	3	30,154725	10,051575	78,5765285	3,7091E-08
Residuos	12	1,53505	0,12792083		
Total	15	31,689775			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	17,3175	0,1788301	96,837719	9,8349E-19	16,927862	17,707137	16,927862	17,707137
Variable X 1	12,96875	3,4308152	3,7800782	0,0026232	5,4936457	20,443854	5,4936457	20,443854
Variable X 2	-49,78125	15,161060	3,2834939	0,00653766	82,814362	16,748137	82,814362	16,748137
Variable X 3	64,375	16,661511	3,8636950	0,00225349	28,072684	100,67731	28,072684	100,67731

**ANEXO F.** Estadística de colorimetría SATURACION (c) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	47,87	52,80	48,48	48,59	197,74	49,44
0,2%	49,52	49,45	49,92	50,57	199,46	49,87
0,4%	44,38	50,57	51,50	50,41	196,87	49,22
0,6%	51,47	51,42	51,44	50,85	205,18	51,30
Promedio						49,95
Coeficiente de variación (CV)						4,02

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles CAROTENOIDES	1,05E+01	3	3,50E+00	0,87	0,4843
Error	4,83E+01	12	4,03E+00		
Total	5,88E+01	15			

P<0,05: presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA D DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	49,4	4	1,00E+00	A
0,2	49,87	4	1,00E+00	A
0,4	49,22	4	1,00E+00	A
0,6	51,3	4	1,00E+00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO G.** Estadística de colorimetría ANGULO MATRIZ (H) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	0,37	0,33	0,37	0,37	1,43	0,36
0,2%	0,38	0,38	0,37	0,39	1,51	0,38
0,4%	0,44	0,37	0,38	0,38	1,56	0,39
0,6%	0,43	0,42	0,42	0,43	1,69	0,42
Promedio						0,39
Coefficiente de Variación (CV)						5,01

#### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,00E-02	3	3,00E-03	7,80	0,0038
Niveles CAROTENOIDEOS	1,00E-02	3	3,00E-03	7,80	0,0038
Error	4,60E-03	12	3,00E-03		
Total	1,00E-02	15			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA D DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	RANGO
0	0,4	4	1,00E-02	A
0,2	0,38	4	1,00E-02	A B
0,4	0,39	4	1,00E-02	B
0,6	0,43	4	1,00E-02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,00905235	0,00905235	24,7416984	0,00020409
Residuos	14	0,00512224	0,00036587		
Total	15	0,0141746			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadística t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,3554691	0,0080017	44,423920	1,8082E-	0,3726311	0,3726311	0,3726311	0,3726311
Variable X 1	0,1063740	0,0213855	4,9741027	0,0002040	0,0605065	0,1522415	0,0605065	0,1522415

**ANEXO H.** Estadística análisis proximal (HUMEDAD, CENIZAS, PROTEÍNA, GRASA) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

#### HUMEDAD

<b>Concentración de carotenoides</b>	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0,4%	61,8	61,6	61,8	61,5	246,71	61,68
Promedio						61,68

#### CENIZAS

<b>Concentración de carotenoides</b>	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0,4%	2,84	2,72	2,74	2,76	11,01	2,75
Promedio						2,76

#### PROTEÍNA

<b>Concentración de carotenoides</b>	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0,4%	13,0	13,5	13,4	13,1	53,10	13,28
Promedio						13,28

#### GRASA

<b>Concentración de carotenoides</b>	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0,4%	6,8	7,3	7,7	7,7	29,58	7,39
Promedio						7,39

NIVELES	Variable	N	Media	D.E	CV	Min	Max	Mediana	Suma	P(0,05)
0,40%	HUMEDAD	4	61,68	0,15	0,24	61,50	61,80	61,70	246,70	61,50
0,40%	CENIZAS	4	2,73	0,05	1,83	2,70	2,80	2,70	10,90	2,70
0,40%	PROTEÍNA	4	13,25	0,24	1,80	13,00	13,50	13,35	53,00	13,00
0,40%	GRASAS	4	7,38	0,43	5,79	6,80	7,70	7,70	29,50	6,80

## 1. CUADRO DE MEDIAS DE ACUERDO A LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

**ANEXO I.** Estadística de microbiología (*COLIFORMES FECALES*, *COLIFORMES TOTALES*, *AEROBIOS MESOFILOS*) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

#### COLIFORMES TOTALES

Concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	250	0	250	0	500	125,0
0,2%	0	0	0	250	250	0
0,4%	0	0	0	0	0	0
0,6%	0	250	0	0	250	0
Promedio						31,3

#### COLIFORMES FECALES

Concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	0	0	0	0	0	0
0,2%	0	0	0	0	0	0
0,4%	0	0	0	0	0	0
0,6%	0	0	0	0	0	0
Promedio						0

#### AEROBIOS MESOFILOS

Concentración de carotenoides	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	0	0	250	0	250	0,0
0,2%	250	0	0	0	250	0,0
0,4%	250	0	250	0	500	125,0
0,6%	0	250	0	0	250	0,0
Promedio						31,3

**ANEXO J. Estadística de los análisis organolépticos (COLOR) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

concentración de carotenoides	COLOR				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	3,7	3,3	4	3,3	14,3	3,5
0,2%	3,7	3,6	3,5	3,1	13,9	3,6
0,4%	4,3	3,7	3,6	3,7	15,3	3,7
0,6%	3,4	3,8	3,7	3,7	14,6	3,7
Promedio						3,6
Coeficiente de variación (CV)						7,94

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles					
CAROTENOIDES	0,5	3	0,17	1,98	0,1708
Error	1,02	12	0,08		
Total	1,52	15			

P≤0,05: presenta diferencias significativas

**2. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA D DUNCAN**

Niveles (%)	Medias	n	E.E	rango
0	3,6	4	0,15	A
0,2	3,48	4	0,15	A
0,4	3,95	4	0,15	A
0,6	3,65	4	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

**ANEXO K. Estadística de los análisis organolépticos (OLOR) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

concentración de carotenoides	OLOR				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	2,6	3,4	3,4	2,8	12,2	3,1
0,2%	3,2	3,3	4	2,7	13,2	3,3
0,4%	3,5	4,4	3,7	3,3	14,9	3,6

0,6%	3,4	2,9	3, 3	3,1	12,7	3,2
Promedio						3,3
Coeficiente de variación (CV)						13,93

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles					
CAROTENOIDES	0,8	3	0,27	1,27	0,3291
Error	2,53	12	0,21		
Total	3,33	15			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA D DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	rango
0	3,1	4	0,23	A
0,2	3,3	4	0,23	A
0,4	3,65	4	0,23	A
0,6	3,18	4	0,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO L.** Estadística de los análisis organolépticos (SABOR) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

concentración de carotenoides	SABOR				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	2,6	3,1	3,2	3,5	12,4	3,2
0,2%	3,3	2,9	4	2,7	12,9	3,1
0,4%	3,5	4,4	3,7	3,3	14,9	3,6
0,6%	3,4	2,9	3,3	3,1	12,7	3,2
Promedio						3,3
Coeficiente de variación (CV)						12,05

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles					
CAROTENOIDES	1,05	3	0,35	1,95	0,1756
Error	2,15	12	0,18		
Total	3,2	15			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas



### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA D DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	rango
0	3,1	4	0,21	A
0,2	3,55	4	0,21	A
0,4	3,6	4	0,21	A
0,6	3,8	4	0,21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

**ANEXO M.** Estadística de los análisis organolépticos (APARIENCIA) de la salchicha tipo coctel elaborado con diferentes niveles de carotenoides.

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

concentración de carotenoides	APARIENCIA				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0%	3,2	3,3	3	3,5	13	3,3
0,2%	4,1	3,4	3,6	3	14,1	3,5
0,4%	3,6	4	3,5	3	14,1	3,6
0,6%	3,4	3,8	3	3,1	13,3	3,3
Promedio						3,4
Coefficiente de variación (CV)						9,53

#### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles					
CAROTENOIDES	0,45	3	0,15	1,38	0,2953
Error	1,29	12	0,11		
Total	1,74	15			

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA D DUNCAN

Niveles (%)	Medias	n	E.E	rango
0	3,3	4	0,16	A
0,2	3,53	4	0,16	A
0,4	3,68	4	0,16	A
0,6	3,33	4	0,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )