



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

“UTILIZACIÓN DE YOGURT NATURAL EN LA ELABORACIÓN DE  
SALAMI”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:

JOSE ADRIANO LLIGUILEMA ESTRADA

Riobamba – Ecuador

2013

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Dr. Antonio Nelson Duchi Duchi Ph.D.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Manuel Euclides Zurita León.

**DIRECTOR DEL TESIS**

---

Ing. Fabricio Armando Guzmán Acan.

**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 25 de septiembre de 2013.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, por haberme dado salud y vida para poder llegar a esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres y familiares por haber estado juntos en mi trayectoria estudiantil

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Industrias Pecuarias por abrirme sus puertas para poder alcanzar mi formación profesional.

A los señores miembros del tribunal Ing. MC. Manuel Zurita. Director de Tesis, Dr. Nelson Duchi. Presidente de Tribunal, Ing. Fabricio Guzmán asesor; quienes con su ayuda y apoyo supieron guiarme adecuadamente hasta culminar el presente trabajo investigativo.

A todos y cada uno de mis amigos, compañeros y maestros quienes estuvieron presentes en los momentos oportunos para brindarme el apoyo necesario.

Lliguilema José A.

## DEDICATORIA

Llegar a ser Ingeniero en Industrias Pecuarias un día fue solo un sueño que ahora es toda una realidad y este logro en mi vida lo dedico al motor fundamental a Dios.

De manera muy especial a mis padres; José Alejandro y Emma Rosario, a mis hermanos, Segundo, María, Eduardo, Lorenzo y Norma, quienes con su apoyo y comprensión supieron ayudarme en las buenas y en las malas hasta culminar mi carrera.

Para mis dos amores lo más maravilloso que Dios me ha dado, mi amor chiquito Katty Lliguilema y para mi amor grandote Mayra Soldado.

A mis suegros Jorge Soldado y Carme Paltán, a mis cuñados Ángel y Zenaida, que con sus consejos animaron a seguir adelante con más ganas que hoy ha hecho realidad.

A mi amigo el Ing. Manuel Zurita por ser maestro, amigo; quien compartió sus conocimientos, supo guiarme y apoyarme en todo momento.

A todos mis compañeros, amigos y amigas con los que viví experiencias inolvidables y compartí el sueño de ser un Ingeniero en Industrias Pecuarias.

Con Cariño José.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	3
A. ALIMENTOS FERMENTADOS	3
1. <u>Bacterias lácticas</u>	3
2. <u>Clasificación</u>	4
3. <u>Características fermentativas</u>	4
4. <u>Componentes antimicrobianos producidos por bacterias lácticas</u>	5
5. <u>Fuentes de bacterias lácticas usadas en alimentos fermentados</u>	6
6. <u>Uso de bacterias ácido lácticas en leches fermentadas y otros alimentos</u>	7
7. <u>Leches fermentadas</u>	8
B. EL YOGURT	9
1. <u>Definición</u>	9
2. <u>Calidad del yogurt</u>	9
3. <u>Aporte nutricional</u>	10
4. <u>Beneficios del consumo del yogurt</u>	11
C. PRODUCTOS CÁRNICOS	11
1. <u>Importancia</u>	11
2. <u>Clasificación de los productos cárnicos</u>	12
a. Productos Procesados crudos	12
b. Productos Curados	12
c. Productos Crudos-cocidos	13
d. Productos Precocinados-cocinados	13
e. Embutidos Crudos-fermentados	13
f. Productos Secos	14
D. EL SALAMI	14
1. <u>Etimología</u>	15
2. <u>Materias Primas</u>	15
a. Carne	15

b. Grasa	15
c. Sal	16
d. Azúcares	16
e. Nitratos y Nitritos	16
f. Condimentos y Especias	17
g. Tripas	17
3. <u>Tecnología de elaboración del salami</u>	18
a. Recepción de materias primas y aditivos	18
b. Preparación de la carne y grasa	18
c. Picado en Cutter o maquina de picar carne	18
d. Incorporación de condimentos y aditivos	18
e. Pasta y adición de sal.	19
f. Inoculación	19
g. Embutido	19
h. Estufado	19
i. Sala de maduración	19
j. Almacenamiento	20
4. <u>Variedades de salamis</u>	20
a. El Salami de Felino	20
b. El Salami de Milano	20
c. El Salami Veronese	21
d. El Salami de Fabriano	21
e. El Salami Napolitano (o Napoli)	21
f. Otras Variedades	21
5. <u>Composición nutricional</u>	22
E. VIDA ÚTIL DE PRODUCTOS CÁRNICOS MADURADOS	23
F. DEFECTOS EN LOS EMBUTIDOS MADURADOS	24
1. <u>Putrefacción interna</u>	24
2. <u>Putrefacción generalizada</u>	25
3. <u>Defectos de coloración</u>	25
4. <u>Coloración grisácea marginal</u>	25
5. <u>Coloración grisácea generalizada</u>	26
6. <u>Alteraciones por mohos, levaduras y hongos</u>	26
7. <u>Acidificación demasiado rápida</u>	26

8.	<u>Alteraciones del sabor y olor</u>	27
G.	CALIDAD MICROBIOLÓGICA	27
1.	<u>Staphylococcus aureus</u>	27
2.	<u>Clostridium perfringens</u>	28
3.	<u>Salmonella</u>	28
4.	<u>Escherichiacoli</u>	28
5.	<u>Mohos de superficie</u>	29
<b>III.</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>30</b>
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	30
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	30
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	30
1.	<u>Equipos</u>	31
2.	<u>Materiales</u>	31
3.	<u>Materia prima aditivos y condimentos</u>	31
4.	<u>Instalaciones</u>	32
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	32
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	33
1.	<u>Análisis bromatológica</u>	33
2.	<u>Análisis organoléptica</u>	33
3.	<u>Análisis microbiológica</u>	33
4.	<u>Análisis productivos</u>	34
5.	<u>Análisis económico</u>	34
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	34
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	35
1.	<u>Elaboración del salami</u>	35
2.	<u>Programa Sanitario</u>	37
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	37
1.	<u>Análisis Bromatológica</u>	38
2.	<u>Análisis Microbiológica</u>	38
3.	<u>Análisis Organoléptica</u>	38
4.	<u>Análisis productivo</u>	39
5.	<u>Análisis económico</u>	39
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	<b>40</b>
A.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICA	40

1. <u>Contenido de humedad</u>	40
2. <u>Contenido de materia seca</u>	43
3. <u>Contenido de proteína</u>	45
4. <u>Contenido de grasa</u>	47
5. <u>Contenido de cenizas</u>	49
B. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICA	49
1. <u>Color</u>	51
2. <u>Olor</u>	53
3. <u>Textura</u>	53
4. <u>Sabor</u>	56
5. <u>Análisis Total</u>	58
C. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICA	60
1. <u>Aerobios totales</u>	60
2. <u>Enterobacterias</u>	63
3. <u><i>Escherichiacoli</i></u>	63
C. ANÁLISIS PRODUCTIVA	65
1. <u>Pesos</u>	65
2. <u>Reducción de peso</u>	65
E. ANÁLISIS ECONÓMICO	67
1. <u>Costos de producción</u>	67
2. <u>Beneficio/costo</u>	67
<b>V. <u>CONCLUSIONES</u></b>	69
<b>VII. <u>LITERATURA CITADA</u></b>	71
<b>ANEXOS</b>	64

## RESUMEN

En el Centro de Producción de Cárnicos de la FCP-ESPOCH, ubicada en la Panamericana Sur Km 1 ½ de la ciudad de Riobamba, a una altitud de 2740 m.s.n.m., se evaluó el empleo de diferentes niveles de yogurt natural (1, 2 y 3%), como agente fermentativo en la elaboración de salami, frente a un tratamiento control (sin yogurt), empleándose cuatro repeticiones en cada uno y un tamaño de unidad experimental de 3 kilogramos, bajo un Diseño Completamente al Azar. Los resultados experimentales fueron procesados en el Software estadístico SPSS Versión.18,0, realizándose el análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), la valorización organoléptica, se efectuó mediante la Prueba de Rattig Test. Estableciendo que al utilizar el nivel 3% en la elaboración de salami, el contenido proteico se mejora (17,35%), mientras los contenidos de humedad, materia seca, grasa y cenizas, son estadísticamente similares a los otros grupos evaluados, con el mismo nivel los degustadores asignaron de mayor puntuación organoléptica (16/20 puntos), también se registró el menor costo de producción (9,10 dólares/Kg) y la mayor rentabilidad (B/C de 1,21). Los análisis microbiológicos determinaron presencia de Aerobios totales y Enterobacterias en cantidades por debajo de las exigidas por el INEN (2010), por lo que se establece que son aptos para el consumo humano; por consiguiente se recomienda emplear en la formulación de salami madurado el 3% de yogurt natural.

## ABSTRATC

In the Meat Production Center of FCP-ESPOCH, located in the 1 ½ southern Panamericana in Riobamba city, at an altitude of 2740 m.s.n.m., it was evaluated the using of different levels of natural yogurt (1, 2 and 3%), as a fermentative agent in making salami, compared to control treatment (without yogurt), employing four experimental units in each one treatment the experimental unit size of 3 kg, under a completely randomized design. The experimental results were processed in the statistical software SPSS Version 18,0, performing the analysis of variance and separation of means with the Tukey test ( $P < 0,05$ ), the organoleptic assessment was carried out through of rating test, established that the use level 3% in the making of salami, the protein content is improved (17,35%), while the moisture, fat, dry matter and ashes contents are statistically similar to other groups assessed, with the same level the tasters gave highest organoleptic score (16/20 points), also recorded the lowest cost of production (9,10 dollars/kg) and higher profitability (B/C of 1,21). Microbiological analysis determined presence of total aerobic and Enterobacteria in amounts below those required by the INEN (2010), which establishes that they are unfit for human consumption; therefore it is recommended to use 3% of natural yogurt in making of matured salami.

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL YOGURT.	10
2.	CONTEDIOD DE NUTRIENTES DEL SALAMI (EN 100 g).	22
3.	REQUISITOS BROMATOLÓGICOS DEL SALAME.	23
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, ECUADOR.	30
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	33
6.	ESQUEMA DEL ADEVA.	35
7.	ESQUEMA DEL ADEVA DE LA PRUEBA DEL RATING TEST.	35
8.	FORMULACIONES EXPERIMENTALES PARA LA ELABORACION DE SALAMI CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL (PARA 100 kg DE PRODUCTO).	36
9.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICA DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.	41
10.	ANÁLISISORGANOLÉPTICA DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.	52
11.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICA DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.	61
12.	ANÁLISISPRODUCTIVA DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.	66
13.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.	68

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Contenido de humedad (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	42
2.	Contenido de materia seca (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	44
3.	Comportamiento del contenido de proteína (%), en el salami por efecto del empleo de diferentes niveles de yogurt natural.	46
4.	Contenido de grasa (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	48
5.	Contenido de cenizas (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	50
6.	Análisis organoléptico del olor (sobre 5 puntos), del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	54
7.	Análisis organoléptico de la textura (sobre 5 puntos), del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	55
8.	Análisis organoléptico del sabor (sobre 5 puntos), del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	57
9.	Comportamiento de la valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del salami por efecto del empleo de diferentes niveles de yogurt natural.	59
10.	Presencia de Aerobios totales (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	62
11.	Presencia de Enterobacterias (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.	64

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Modelo de la encuesta empleada para la valoración organoléptica de los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.
2. Reporte de los resultados de los análisis bromatológicos y microbiológicos de los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.
3. Resumen de los resultados experimentales del análisis bromatológico los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.
4. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
5. Análisis estadístico del contenido de materia seca (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
6. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
7. Análisis estadístico del contenido de grasa (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
8. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
9. Resumen de los resultados experimentales de la análisis microbiológica de los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.
10. Análisis estadístico de la presencia de aerobios totales (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
11. Análisis estadístico de la presencia de Enterobacterias (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
12. Resumen de los resultados experimentales de análisis productivo de los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.
13. Análisis estadístico de los pesos del salami recién obtenido (kg), con el empleo de diferentes niveles de yogurt natural.
14. Análisis estadístico de los pesos del salami madurado (kg), obtenido con el empleo de diferentes niveles de yogurt natural.
15. Análisis estadístico de la reducción de peso (kg), por efecto del proceso de maduración del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.
16. Análisis estadístico de la reducción porcentual de peso (%), por efecto del proceso de maduración del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

17. Análisis estadístico del color del salami (5 puntos), elaborado con diferentes niveles de yogur natural.
18. Análisis estadístico del olor del salami (5 puntos), elaborado con diferentes niveles de yogur natural.
19. Análisis estadístico de la textura del salami (5 puntos), elaborado con diferentes niveles de yogur natural.
20. Análisis estadístico del sabor del salami (5 puntos), elaborado con diferentes niveles de yogur natural.
21. Análisis estadístico de la valoración total del salami (20 puntos), elaborado con diferentes niveles de yogur natural.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria cárnica, en especial la dedicada a la elaboración de embutidos, constituye uno de los principales pilares económicos del sector agroalimentario. Las tecnologías empleadas y los altos niveles de calidad que se exigen en su proceso de elaboración han contribuido a hacer de estos productos una excelente fuente de alimentación.

Los embutidos cárnicos crudos curados como el salami, son productos que tradicionalmente servían para la conservación de la carne mediante fermentación y/o secado. A pesar de que en las últimas décadas se han realizado importantes avances en el conocimiento de los procesos de maduración y secado, los productos obtenidos no presentan siempre las características sensoriales deseadas, las causas de ello se encuentran en la materia prima, los ingredientes y aditivos o los procesos de elaboración (Arnau, J. 2011).

Las bacterias lácteas utilizadas en los embutidos fermentados pertenecen a los grupos *Lactobacillus* y *Pediococcus*. Estos dos grupos de bacterias se caracterizan porque sintetizan los azúcares convirtiéndolos en ácido láctico. El uso de bacterias lácteas contribuye a inhibir a los microbios patógenos naturales de la carne; la formación de bacteriocinas y peróxidos; mejoran la digestibilidad del producto eliminando los nitritos; mejoran el aroma, el sabor, el color y el corte del embutido; y, aceleran el secado gracias a la fermentación láctea (Apango, A. 2012).

Por lo que en el presente trabajo, se propuso estudiar el efecto de la incorporación del yogurt como agente fermentativo en la elaboración del salami, ya que el yogurt se obtiene mediante la fermentación bacteriana de la leche a través de la adición de dos bacterias lácticas, el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra.

Los Lactobacilos son bacilos microaerófilos, gran-positivos y catalasa negativos, estos organismos forman ácido láctico como producto principal de la fermentación

de los azúcares. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus termophilus* (<http://www.eufic.org>. 2012).

Los estreptococos son un género de bacterias gram-positivas y catalasa negativos; es una bacteria homofermentativa termorresistente, produce ácido láctico como producto de la fermentación. Tiene menor poder de acidificación que el *Lactobacillus*.

Por lo anotado, en el presente trabajo se planearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la utilización de yogurt natural en la elaboración de salami.
- Determinar el nivel óptimo de yogurt natural (1, 2 y 3%), que se pueda emplear en la elaboración de salami.
- Evaluar las características bromatológicas, organolépticas y microbiológicas.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio/costo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. ALIMENTOS FERMENTADOS**

Los alimentos fermentados son definidos como los alimentos que han sido modificados, por la actividad de microorganismos o enzimas. Esos alimentos son productos apetitosos que se preparan a partir de materia cruda o tratada térmicamente y que, mediante un proceso en el cual se incluyen microorganismos específicos, adquieren propiedades sensoriales características en cuanto a sabor, aroma, apariencia visual, textura y consistencia, además de una vida de anaquel y seguridad higiénica mayor (Messens, W. et al. 2002).

En ciertos casos las enzimas endógenas de la materia prima juegan un papel muy importante en el desarrollo de las características mencionadas. La fermentación ácido láctica es uno de los métodos más antiguos para preservar alimentos; además de mejorar sus propiedades sensoriales y nutricionales, es un proceso microbiano muy complejo en el cual una población de bacterias lácticas llega a ser la microflora predominante (Schneider, R. et al. 2006).

#### **1. Bacterias lácticas**

Las bacterias lácticas son un grupo de microorganismos representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las bacterias ácido lácticas son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerófilos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Vázquez, S. et al. 2009).

Las bacterias ácido lácticas son ácido tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9.6, y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (Carr, F. et al. 2002).

Las bacterias ácido lácticas están ampliamente distribuidas en la naturaleza y han sido aisladas de diversos alimentos, tierra, plantas verdes, así como también del tracto digestivo y vagina de mamíferos, entre otras fuentes (Azadnia, P. et al. 2011).

Para su multiplicación requieren de azúcares como glucosa y lactosa, además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento. La leche es el medio típico y satisfactorio para la proliferación de las bacterias ácido lácticas. Sin embargo, otros alimentos son también excelentes medios de crecimiento y producción de metabolitos de bacterias lácticas, entre ellos se encuentran las masas de cereales, los vegetales y la carne (Vázquez, S. et al. 2009).

Por lo tanto, estos microorganismos son generalmente utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos lácteos, tales como leche acidificada, yogurt, mantequilla, crema, kéfir, y quesos; así como también en el procesamiento de carnes, bebidas alcohólicas y vegetales (Carr, F. et al. 2002).

## **2. Clasificación**

La clasificación de las bacterias ácido lácticas en géneros diferentes es basada en principio en la morfología, modo fermentación de la glucosa (homofermentativas y heterofermentativas), el crecimiento a diferentes temperaturas, la configuración del ácido láctico producido, habilidad para crecer a alta concentración de sal y tolerancia acida o alcalina. En la naturaleza existen los siguientes géneros: Aerococcus, Alloinococcus, Carnobacterium, Dolosigranulum, Enterococcus, Globicatella, Lactobacillus, Lactococcus, Lactosphaera, Leuconostoc, Oenococcus, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus, Vagococcus y Weisella. Sin embargo, los géneros más representativos son: Lactobacillus, Bifidobacterium, Pediococcus, Streptococcus y Leuconostoc (Carr, F. et al. 2002).

## **3. Características fermentativas**

Existen diversos géneros de bacterias ácidos lácticos; sin embargo, éstas son agrupadas como homofermentadoras o heterofermentadoras basado en el

producto final de su fermentación. Las homofermentadoras como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pedicococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus* poseen la enzima aldolasa y producen ácido láctico como el producto principal de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de glucólisis (Axelsson, L. 2008).

Por su parte, las del género *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weisella*, *Camobacterium*, *Lactosphaera* y algunos *Lactobacillus* son heterofermentadoras y convierten hexosas a pentosas por la vía 6-fosfogluconato- fosfoacetolasa, produciendo en el proceso además de ácido láctico, cantidades significantes de otros productos como acetato, etanol y CO<sub>2</sub>. En la industria alimentaria algunas bacterias ácido lácticas heterolácticas son más importantes que las homolácticas, por ejemplo en la producción de compuestos que intensifican el sabor y aroma tales como acetaldehído y diacetilo (Jay, J. 2000).

#### **4. Componentes antimicrobianos producidos por bacterias lácticas**

La acción conservadora de las bacterias ácido lácticas es debido a la inhibición de un gran número de microorganismos patógenos y dañinos por varios productos finales de la fermentación. Estas sustancias son ácidos como láctico y acético, peróxido de hidrógeno, diacetilo, bacteriocinas y productos secundarios generados por la acción de lactoperoxidasa sobre el peróxido de hidrógeno y tiocianato. Las bacteriocinas son moléculas que tienen estructura tipo péptido o proteína biológicamente activas, las cual presentan acción bactericida sobre receptores específicos de las células; además, la composición química de estas sustancias es muy variada y su modo de acción específico (Vázquez, S. et al. 2009).

Las bacteriocinas que producen las bacterias ácido lácticas han sido intensamente estudiadas por su actividad antimicrobiana contra bacterias patógenas tales como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* y *Salmonella*, entre otras (Holo, H. et al. 2001).

Por otra parte, la acumulación de ácido láctico y otros ácidos orgánicos producidos por bacterias ácido lácticas, reduce el pH del ambiente con un efecto

inhibitorio de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. En ese sentido, la forma no disociada del ácido láctico puede penetrar con mayor facilidad la pared celular microbiana donde el pH más alto del contenido celular promueve la disociación, dando lugar a la liberación de iones hidrógeno y el anión correspondiente; de modo que, ambos iones interfieren en el metabolismo e inhiben el crecimiento celular. Cuando el oxígeno está presente, las bacterias ácido lácticas pueden producir peróxido de hidrógeno, el cual genera radicales hidróxido que causan peroxidación a los lípidos de la membrana y susceptibilidad de la célula microbiana de muchos microorganismos (Vázquez, S. et al. 2009).

El dióxido de carbono es producto final de la fermentación heteroláctica y en ocasiones se obtiene por descarboxilación de aminoácidos por bacterias ácido lácticas. El dióxido de carbono promueve un ambiente anaeróbico, reduce el pH y puede ayudar a destruir la integridad de la pared celular microbiana. Así mismo, el diacetilo es producido por bacterias ácido lácticas que fermentan el citrato y es sintetizado en el metabolismo intermediario del piruvato. Se caracteriza por el aroma que le imparte a productos lácticos cultivados (Ouwehand, A. 2008).

## **5. Fuentes de bacterias lácticas usadas en alimentos fermentados**

Las bacterias lácticas involucradas en fermentaciones de alimentos pueden entrar en los mismos por las vías siguientes (Lücke, F. 2005):

- Pueden estar presentes en la materia prima en números suficientes para crecer más que otros microorganismos. Este es el caso en fermentaciones tradicionales de vegetales y embutidos.
- Pueden estar presentes en el equipo usado para preparar y fermentar el alimento, por ejemplo en grietas finas y nichos de barriles de madera usados para salmuera en alimentos tales como pepinos, aceitunas o pescado.
- Material de una fermentación previa (por ejemplo, suero de manufactura de quesos) usado para inocular un nuevo lote.

- "Aditivos" conocidos empíricamente y que contienen los agentes requeridos que son añadidos.
- Cultivos añadidos que contienen una mezcla compleja de iniciadores que han sido propagados como un cultivo mixto.
- Cultivos que son añadidos y que contienen una o más cepas definidas propagadas como cultivos puros.

## **6. Uso de bacterias ácido lácticas en leches fermentadas y otros alimentos**

La fermentación de la leche para la elaboración de diversos productos es una práctica muy antigua, la cual seguramente se originó sin intención durante el almacenamiento del alimento. Las leches fermentadas son productos preparados a partir de la leche entera, parcial o totalmente descremada, concentrada o bien sustituida, total o parcialmente con leche descremada en polvo, pasteurizada o esterilizada y fermentada por medio de microorganismos específicos, siendo los principales las bacterias ácido lácticas (Jay, J. 2000).

Cuando son realizadas esas fermentaciones se producen metabolitos como el ácido láctico, etanol, bacteriocinas y muchos otros compuestos que conservan la leche y le imparten características organolépticas distintivas (Barboza, J. et al 2004).

Existe una variedad muy amplia de leches fermentadas, en las que interviene un gran número de especies de bacterias ácido lácticas y algunas levaduras. Sin embargo, el yogurt es el más ampliamente difundido en el mundo. En algunos países el consumo de estos productos es superior al de leche fresca, y se utilizan leches de diferentes especies; por ejemplo la vaca, borrega, cabra camella, y yegua (Ramírez, J. 2011).

Las principales funciones de las bacterias lácticas en productos lácteos son: la producción de ácido, la inhibición de microorganismos indeseables, la reducción de riesgos higiénicos, la coagulación de la leche, sinéresis del lacto suero, la

reducción del contenido de azúcares, formación de aromas como los producidos por el diacetilo y acetaldehído en la mantequilla, la producción de gas requerida para la formación de hoyos en ciertos tipos de quesos y la proteólisis necesaria durante la maduración de los mismos. Además, las bacterias ácido lácticas disminuyen la lipólisis, lo cual evita la rancidez en los productos lácteos. Las bacterias ácido-lácticas resultan excelentes embajadoras del mundo de los microbios, tan poco apreciado por lo general. Su importancia no se limita al orden económico, sino que se debe ante todo a sus propiedades, que contribuyen a preservar y mejorar la salud (<http://www.eufic.org>. 2012).

## 7. Leches fermentadas

Navarrete, O. (2012), reporta que las leches fermentadas son productos acidificados por la acción de bacterias lácticas, que transforman la lactosa o azúcar de la leche, en ácido láctico; la acidez resultante origina la coagulación de las proteínas de la leche, dando a esta la apariencia de un gel o flan. La fermentación controlada de la leche, se realiza utilizando cepas o cultivos puros de bacterias lácticas especiales, que se adicionan o inoculan a la leche y se mantienen bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura. Mediante este procedimiento se elaboran diversos tipos de leches fermentadas, que son característicos de distintas regiones o países. Los más conocidos son:

- El Yogurt. Es la forma tradicional de leche ácida, originaria de Bulgaria y cuyo consumo se ha extendido a nivel mundial.
- El Kefir. Es un tipo de leche ácida y alcohólica, originaria de Rusia; como fermento láctico se utilizan los gránulos de kefir, constituido por una mezcla de microorganismos: el *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Leuconostoc dextranicum*, *Bacillus kefir* y varias levaduras. Además de ácido láctico, se produce de 0.5 a 1% de alcohol y CO<sub>2</sub>.
- El Kumiss. Es producido a partir de leche de yegua, es originario del Cáucaso y las estepas al sur de Rusia. Se utiliza la misma del kefir; el nivel de alcohol producido puede llegar hasta 3%.

- El Dahi. Es un tipo de leche fermentada, originaria de la India; el cultivo utilizado, contiene hasta cuatro especies de bacterias, entre las que se encuentran las productoras de ácido láctico y las que fermentan citratos y que dan un sabor característico al producto.

## **B. EL YOGURT**

### **1. Definición**

García, I. (2010), reporta que la leche tiene varios derivados, uno de ellos es el yogurt, el cual se elabora a partir de bacterias “buenas” como el *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus lactis*, entre otros. La leche se inocula con éstos microorganismos, para que la lactosa se convierta en ácido láctico.

Navarrete, O. (2012), señala que el yogurt es un tipo de leche coagulada, por acidificación biológica de origen microbiano; el ácido desarrollado en la leche permite una mejor conservación del producto.

Licata, M. (2012), indica que el yogurt es un alimento lácteo que se obtiene mediante la fermentación bacteriana de la leche. Su textura y sabor tan particular le viene dado por la conversión de la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico.

### **2. Calidad del yogurt**

El yogurt de buena calidad debe tener una consistencia suave y una apariencia lisa y brillante. En la evaluación de la calidad del yogurt, se consideran las siguientes características (Navarrete, O. 2012):

- El cuerpo del producto, es una característica que incluye los conceptos de viscosidad y consistencia. El cuerpo del yogurt, depende esencialmente de la concentración de proteínas de la leche, pues estas son las que coagulan; eventualmente depende también de la presencia de estabilizadores. Los estabilizadores más apropiados para el yogurt son los carragenatos, ya que

dan una consistencia de flan a diferencia de otros que dan una consistencia muy firme.

- El nivel de acidez debe estar comprendido entre 0.60 y 1.5% de ácido láctico. El pH del yogurt debe estar entre 4 y 4.5. Niveles de acidez mayores de 1.5% determinan una menor calidad organoléptica.

### 3. Aporte nutricional

De acuerdo a García, I. (2010), si se compara el yogurt natural y la leche entera se observa que una taza de yogurt contiene más proteína y calcio que una taza de leche y un poco menos de sodio. El yogurt contiene poca grasa; un yogurt normal contiene 8.7 g de grasa mientras que el yogurt light contiene 2.3 g de grasa aproximadamente. Además siendo un producto de origen animal, contiene muy poco colesterol: 29 mg comparado con 33 mg que contiene la leche.

Licata, M. (2012), indica que la composición química de un alimento, es el mejor indicativo de su potencial como nutriente de calidad, por lo que no existe duda que el yogurt es un alimento equilibrado nutricionalmente.

En el cuadro 1, se reporta la composición química media del yogurt entero como del desnatado o light.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL YOGURT.

	Entero	Desnatado / Light (bajas calorías)
Calorías	75	35 a 40
Aporte proteico, %	3.9	4.1
Contenido graso, %	3.4	0.1
Carbohidratos, %	5.0	4.5

Fuente: Licata, M. (2012).

#### **4. Beneficios del consumo del yogurt**

García, I. (2010), manifiesta que desde principios del siglo XX, se han investigado estas bacterias benéficas y se ha encontrado que:

- Intervienen en los procesos digestivos: El consumo de probióticos disminuye la intensidad de los trastornos digestivos. Esto se debe a que las bacterias benéficas compiten y ganan el lugar en el intestino de las bacterias patógenas, a la vez que, las bacterias probióticas disminuyen el pH del intestino.
- Metabolismo de vitaminas: Mientras exista un equilibrio en la microflora, las funciones metabólicas de síntesis y absorción de vitaminas (especialmente la K, B12 y ácido fólico) se va a llevar a cabo.
- Regulan el sistema inmune o de defensa del organismo: Las bacterias probióticas pueden estimular la producción de inmunoglobulinas A (IgA), células plasmáticas, linfocitos y macrófagos; todos ellos responsables de la defensa de nuestro organismo.
- Previenen el cáncer: El consumo de probióticos ha demostrado tener efectos antimutagénicos. Según el National Institute of Cancer de Estados Unidos, la gente que consume yogurt, tiene mucho menos riesgo de padecer cáncer que la gente que no lo consume.

### **C. PRODUCTOS CÁRNICOS**

#### **1. Importancia**

A lo largo del tiempo se han ido desarrollando una enorme variedad de productos cárnicos elaborados o semi elaborados con diferentes características gustativas. En algunas regiones existen cientos de productos cárnicos distintos, con nombres y sabores diferentes. Pese a la diversidad de formas y sabores, muchos de estos productos usan tecnologías de elaboración similares (<http://www.fao.org>. 2012).

La transformación de la carne se ha realizado con el fin primordial de conservarla por periodos largos de tiempo. Convertir la carne en embutidos, ayuda sin duda a la conservación, pero fundamentalmente produce en la carne un sabor exquisito. Los embutidos abarcan la preparación de una gran cantidad de productos como jamón, chorizo, salame, longaniza, entre otros. Según el método, el sabor de la carne se puede variar mediante el empleo de especias, el modo de presentación, el grado de salazón, curación, desecación y ahumado (Apango, A. 2012).

## **2. Clasificación de los productos cárnicos**

### **a. Productos Procesados crudos**

Estos productos consisten en carne cruda y tejido adiposo a los que se añaden especias, sal común y, a veces, aglutinantes. En los productos a bajo costo se añaden diluyentes o relleno para aumentar el volumen. Los productos se comercializan como productos cárnicos crudos, si bien para resultar apetitosos han de someterse a fritura o cocción antes de su consumo. Si las mezclas de carne fresca se embuten en tripas, el producto se conoce como salchicha". Si es habitual otra distribución, los productos se conocen como "hamburguesa" o como "kebab". Algunos productos crudos típicos son: merguez, longaniza, bratwurst, embutido para el desayuno, hamburguesa o suflaki (<http://www.fao.org>. 2012).

### **b. Productos Curados**

Pueden subdividirse en carnes curadas crudas y carnes curadas cocidas. El proceso de curado es similar para ambos tipos. La carne se trata aplicando pequeñas cantidades de sal bien por vía seca, bien inyectando la carne y/o sumergiéndola en una solución salina. Las carnes curadas crudas son productos sometidos a curación, secado, fermentación y maduración sin tratamiento térmico posterior. Generalmente se consumen crudos. Productos típicos de este grupo son el jamón serrano o el jamón de Parma. Las carnes curadas cocidas se someten siempre a tratamiento térmico después de un breve proceso de curación a fin de obtener la palatabilidad deseada. Productos típicos de este grupo es el jamón de York o el jamón tipo Virginia (<http://www.fao.org>. 2012).

### **c. Productos Crudos-cocidos**

En este grupo de productos, la carne del músculo, la grasa y otros ingredientes no cárnicos se elaboran primero mediante triturado, picado y mezclado. Se obtiene así una masa viscosa, que se distribuye en salchichas o en forma de barras y se somete después a tratamiento térmico, lo que da como resultado la coagulación de las proteínas, una textura firme y elástica, palatabilidad y un cierto grado de estabilidad bacteriana. Las salchichas suelen someterse a un proceso de cocción o a un baño de vapor y, cuando están embutidas en tripas permeables, también a un proceso de ahumado en caliente. Las barras generalmente se hornean. Productos típicos de este grupo son la mortadela, los perritos calientes, las salchichas de Frankfurt, las salchichas de Viena y las albóndigas o pasteles de carne (<http://www.fao.org>. 2012).

### **d. Productos Precocinados-cocinados**

Estos productos pueden contener mezclas de recortes de músculo de calidad inferior, tejidos adiposos, carne de la cabeza y piel del animal, hígado y otras partes comestibles. En general, el proceso de fabricación comprende dos fases de tratamiento térmico. La primera fase consiste en el precocinado de los materiales cárnicos crudos y la segunda en la cocción de la mezcla resultante final. Los productos cárnicos precocinados-cocinados son los que hacen uso de la mayor variedad de carnes, subproductos animales e ingredientes no cárnicos. Productos típicos de este grupo son los patés de hígado, las morcillas y carne tipo “cornedbeef” (<http://www.fao.org>. 2012).

### **e. Embutidos Crudos-fermentados**

Los embutidos crudos fermentados consisten en una masa de carnes magras y tejidos adiposos mezclada con sal de curado, azúcares, especias y otros ingredientes no cárnicos, que suele embutirse en tripas. Los cambios en la composición, sabor, olor y color que tienen lugar en los productos cárnicos fermentados se deben fundamentalmente a la microbiota natural o añadida, que se desarrolla en el producto durante la fermentación y maduración de este y

ejerce una actividad enzimática intensa. Los productos finales no se someten a tratamiento térmico y se consumen crudos. Productos típicos de este grupo son el chorizo y las salchichas de verano tipo salami (<http://www.fao.org>. 2012).

#### **f. Productos Secos**

Estos productos son el resultado de la simple deshidratación de carne magra. Su elaboración se basa en la experiencia de que la carne no se deteriora fácilmente cuando una parte sustancial del fluido tisular evapora. Las piezas de carne magra se cortan en su mayor parte dándoles una forma uniforme determinada, lo que permite una deshidratación gradual e idéntica de todas las partidas. La carne seca tiene una vida útil significativamente más larga que la carne fresca. El valor nutricional del contenido en proteínas permanece inalterado. Productos típicos de este grupo son las tiras de carne como el jerky o el “biltong”, el charqui o la pastirma (<http://www.fao.org>. 2012).

#### **D. EL SALAMI**

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2010), salame es el embutido elaborado a base de carne molida, mezclada o no de bovino, porcino, pollo, pavo y otros tejidos comestibles de estas especies; con aditivos y condimentos permitidos; ahumado o no y puede ser madurado o escaldado.

El salami es el plural de salame, se trata de un salchichón o bien un embutido en salazón que se elabora con una mezcla de carnes de vacuno y porcino sazonadas y que es posteriormente ahumado y curado al aire. Casi todas las variedades italianas se condimentan con ajo, no así las alemanas. Tradicionalmente se elaboraba con carne de cerdo (en italiano porco o maiale), pero ahora es cada vez más frecuente que se haga con una mezcla de vaca y cerdo. También hay variedades que llevan sólo carne de vaca (<http://www.bedri.es>. 2013).

El Salame, como parte de los embutidos curados, representa una de las formas más antiguas de conservación. La elaboración artesanal de embutidos,

fermentados y estacionados varía en la forma de confeccionarlos, según la zona y los factores ambientales de estas. Este producto es uno de los más complicados de elaborar, es por ello que se requiere de experiencia, conocimientos y cuidado (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

## 1. Etimología

En italiano salame significa “embutido salado”. En plural se usa la palabra salami. En la mayoría de los países hispanohablantes se usa “salami” para el singular, y “salamis” para el plural; aunque el término correcto es “salchichón”. En el Cono Sur de América se usa el singular etimológico “salame” con el plural “salames” (<http://www.bedri.es>. 2013).

## 2. Materias Primas

Entre los elementos necesarios para hacer un buen salami se debe contar con: ajo, pimienta negra, picante, pimentón dulce, nuez moscada y sal, básicamente para aderezar las carnes que rellenarán las tripillas, que serán ahumadas al aire libre o en máquinas especiales (<http://www.cocinayvino.net>. 2012).

### a. **Carne**

El ingrediente principal de los embutidos es la carne que suele ser de cerdo o vacuno, aunque realmente se puede utilizar cualquier tipo de carne animal. También es bastante frecuente la utilización carne de pollo. En determinados países debido a las restricciones religiosas determinan en gran medida el tipo de carne utilizada en la fabricación de embutidos, de manera que suele ser de vaca mezclada con grasa de oveja. Los requisitos exigibles a la más reducidos que para otro tipo de elaborados cárnicos como el jamón y otras salazones similares (Sánchez. M. 2010).

### b. **Grasa**

La grasa puede entrar a formar parte de la masa del embutido bien infiltrada en

los magros musculares, o bien añadida en forma de tocino. Se trata de un componente esencial de los embutidos, ya que les aporta determinadas características que influyen de forma positiva en su calidad sensorial. Es importante la elección del tipo de grasa, ya que una grasa demasiado blanda contiene demasiados ácidos grasos insaturados que aceleran el enranciamiento y con ello la presentación de alteraciones de sabor y color, motivando además una menor capacidad de conservación (Sánchez. M. 2010).

### **c. Sal**

La cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos varía entre el 1% y el 5%. Los embutidos madurados contienen más sal que los frescos. La sal desempeña las funciones de dar sabor al producto, actuar como conservante, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. La sal retarda el crecimiento microbiano. A pesar de estas acciones favorables durante la elaboración de los embutidos, la sal constituye un elemento indeseable ya que favorece el enranciamiento de las grasas (Sánchez. M. 2010).

### **d. Azúcares**

Los azúcares más comúnmente adicionados a los embutidos son la sacarosa, la lactosa, la dextrosa, la glucosa, el jarabe de maíz, el almidón y el sorbitol. Se utilizan para dar sabor por sí mismos y para enmascarar el sabor de la sal. Pero principalmente sirven de fuente de energía para las bacterias ácido-lácticas que a partir de los azúcares producen ácido láctico, reacción esencial en la elaboración de embutidos fermentados (Sánchez M. 2010).

### **e. Nitratos y Nitritos**

Los nitratos y nitritos desempeñan un importante papel en el desarrollo de características esenciales en los embutidos, ya que intervienen en la aparición del color rosado característico de estos, dan un sabor y aroma especial al producto y poseen un efecto protector sobre determinados microorganismos como *Clostridium botulinum* (Sánchez. M. 2010).

## **f. Condimentos y Especias**

La adición de determinados condimentos y especias da lugar a la mayor característica distintiva de los embutidos crudos curados entre sí. Así por ejemplo el salchichón se caracteriza por la presencia de pimienta, y el chorizo por la de pimentón. Normalmente se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no. Normalmente no se añade más de 1% de especias. Además de impartir aromas y sabores especiales al embutido, ciertas especias como la pimienta negra, el pimentón, el tomillo o el romero y condimentos como el ajo, tienen propiedades antioxidantes (Sánchez. M. 2010).

## **g. Tripas**

Son un componente fundamental puesto que van a contener al resto de los ingredientes condicionando la maduración del producto. Se pueden utilizar varios tipos (Sánchez. M. 2010):

Tripas animales o naturales. Han sido los envases tradicionales para los productos embutidos. Estas tripas antes de su uso deben ser escrupulosamente limpiadas y secadas ya que pueden ser vehículo de contaminación microbiana. Las tripas naturales pueden ser grasas, semigrasas o magras.

Tripas artificiales. Entre estas se tienen las siguientes:

- Las tripas de colágeno. Son una alternativa lógica a las tripas naturales ya que están fabricadas con el mismo compuesto químico.
- Tripas de celulosa. Se emplean principalmente en salchichas y productos similares que se comercializan sin tripas.
- Tripas de plástico: Se usan en embutidos cocidos.

### **3. Tecnología de elaboración del salami**

#### **a. Recepción de materias primas y aditivos**

Las materias primas deben ser de la mejor calidad. Las carnes empleadas deben provenir de mataderos autorizados por el servicio de salud pertinente a la localidad de producción. No utilizar carnes con daños físicos o con evidente proceso de descomposición, con el empleo de cuchillos eliminar grasas blandas de la carne y nervios (tejido conectivo) ya que perjudicarán la calidad del producto, la primera por derretirse y causar posibles descomposiciones o fallas en los procesos de conservación, y la segunda por disminuir la calidad organoléptica del producto (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **b. Preparación de la carne y grasa**

Congelar la carne magra y tocino con un mínimo de 12 horas previo al proceso, utilizando el equipo congelador, la carne deberá alcanzar los  $-18^{\circ}\text{C}$  en su interior (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **c. Picado en Cutter o maquina de picar carne**

Se debe tener precaución de mantener bien afilados los cuchillos del equipo para evitar un aplastamiento y el posterior calentamiento del material. Además es de importancia mantener frío el equipo (entre  $0$  y  $-4^{\circ}\text{C}$ ) debido a que es imperioso que la carne no se deshiele en el proceso (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **d. Incorporación de condimentos y aditivos**

Una vez picada la carne se incorporan los aditivos y condimentos, en el gramaje indicado, excepto la sal. Siempre se debe considerar posibles recomendaciones de los proveedores en la adición de aditivos. Esta operación es consecutiva al punto 4.3 sin dejar de picar la carne (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **e. Pasta y adición de sal.**

Solo al final del proceso de preparación de la masa, se puede adicionar la sal, mezclando bien con la masa, revolviendo a bajas revoluciones. La adición de la sal se realiza lo más tarde posible para evitar problemas con las proteínas de la carne que pueden afectar la calidad de nuestra masa (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **f. Inoculación**

Se añadirá el cultivo starter hidratado según la concentración en la que se trabajará, 0.01 g/Kg en 250 ml de agua purificada (Salazar, D.2008).

#### **g. Embutido**

En esta etapa se puede utilizar tripas sintéticas elaboradas a base de fibrosa. Tripa permeable que se adhiere correctamente al embutido al perder humedad (Salazar, D.2008).

Se debe eliminar el aire que pueda quedar dentro de la masa antes de embutir. Se puede pinchar la masa repetidas veces para que salga el aire dentro (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **h. Estufado**

Una vez embutida la pasta, el salame es sometido a un alza de la temperatura, entre 20y 23°C, por un tiempo de 12 a 14 horas (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **i. Sala de maduración**

Una vez transcurrido el tiempo de estufado, se trasladan los salames a la cámara o sala de maduración, que debe tener una temperatura de 12 a 15°C y una humedad relativa de 70 a 75%. Es en estas condiciones donde el salame

adquiere todas las características organolépticas que lo distinguen y lo transforman en un producto de alta calidad y gran aceptabilidad (<http://carnicos.wikispaces.com>. 2013).

#### **j. Almacenamiento**

Los embutidos se almacenaran en un ambiente limpio a temperaturas de refrigeración de 4 a 7° C a una humedad relativa de 70 a 85% (Salazar, D.2008).

### **4. Variedades de salamis**

Existen al menos casi 40 tipos diferentes de salami. Se puede identificar con el contenido de carne (con las mezclas de carne de cerdo y de ternera) y de grasas, con las especias empleadas, en la duración del secado y con el diámetro del embutido. El salami que proviene de Italia está secado al aire; existen sin embargo dos tipos de salame: El de Nápoles y el de Secondigliano que están ligeramente ahumados. En Monteverde, luego de un largo proceso de maduración, se logra un exquisito sabor. Los más conocidos y afamados son los de Bolonia (<http://www.bedri.es>. 2013).

#### **a. El Salami de Felino**

En Europa el salame Felino se empieza a estimar a causa de su delicada dulzura en contraste con los aromas de su curado. Su contenido es carne de cerdo en grandes trozos y bacon de la mejor calidad. La calidad de este salami no sólo proviene del empleo de las mejores carnes sino porque su salazón está bastante equilibrado (2,8 % de sal). Este tipo de salami se pone a curar al aire durante alrededor de tres meses a seis (dependiendo de la calidad), durante los tres primeros meses pierde casi un 25% de su peso. Las viandas de salami de Felino suelen pesar entre 400 hasta los 500 gramos (<http://www.bedri.es>. 2013).

#### **b. El Salami de Milano**

El salame di Milano es elaborado por igual con carne de cerdo y de vaca, se le

añade a la picadura ajo, pimienta y vino blanco (Chianti). El salami de Milán se reconoce por sus pequeños trozos de grasa blanca en contraste con su profundo color rojo. En Estados Unidos habitualmente este es el salami que puede encontrarse en los restaurantes y en las tiendas (<http://www.bedri.es>. 2013).

### **c. El Salami Veronese**

El salami de Verona (salame veronese) pertenece a una elaboración Italiana de gran tradición. Se puede encontrar dos tipos de salami veronese: con ajo (tipo all'aglio) y sin ajo (tipo dolce). Se hace exclusivamente con carne de cerdo y grasa, el contenido de grasa de este salami es ciertamente alto, pudiendo llegar a los 40% o 50% de su peso. El salami veronese se cura al aire durante sólo cuatro meses y pierde la cuarta parte de su peso. El embutido listo para su consumo se conserva bastante tiempo (<http://www.bedri.es>. 2013).

### **d. El Salami de Fabriano**

El salami Fabriano se lo cura con vientos muy fríos. Antiguamente contenía carne de cerdo picada y grasa, así era conocido desde hace siglos en esta región. Hoy en día las fábricas elaboran un salami que contiene también carne de ternera, la mezcla ronda entre el 37% de cerdo y el 25% de vacuno (<http://www.bedri.es>. 2013).

### **e. El Salami Napolitano (o Napoli)**

El salami procedente de Nápoles contiene una tercera parte de su peso en carne de buey, siendo el resto carne de cerdo. Se deja secar durante tres meses y tiene un sabor ligeramente picante (<http://www.bedri.es>. 2013).

### **f. Otras Variedades**

Existen otras variedades regionales en Italia tales como salame di Varzi elaborado en Pavia con carne de cerdo y saborizado con vino tinto, el salame Toscano de color muy oscuro, el salame da Sugo (salame de jugo) elaborado en la Ferrara

elaborado con carne de cerdo contiene diversas especias mezcladas con vino tinto (<http://www.bedri.es>. 2013).

## 5. Composición nutricional

Las proporciones de los nutrientes del salami pueden variar según el tipo y la cantidad de la carne, además de otros factores que puedan intervenir en la modificación de sus nutrientes. Entre las propiedades nutricionales del salami cabe destacar que en 100 g de producto, tiene los siguientes nutrientes: 1 mg. de hierro, 21 g. de proteínas, 10 mg. de calcio, 0,10 g. de fibra, 224 mg. de potasio, 15 mg. de yodo, 1,70 mg. de zinc, 1,72 g. de carbohidratos, 35 mg. de magnesio, 0,01 ug. de vitamina A, 0,18 mg. de vitamina B1, 0,20 mg. de vitamina B2, 7,53 mg. de vitamina B3, 0,80 ug. de vitamina B5, 0,15 mg. de vitamina B6, 3 ug. de vitamina B7, 3 ug. de vitamina B9, 1,40 ug. de vitamina B12, trazas de vitamina D, 0,78 mg. de vitamina E, 9 ug. de vitamina K, 167 mg. de fósforo, 444 kcal. de calorías, 79 mg. de colesterol, 39,20 g. de grasa, trazas de azúcar y 104 mg. de purinas (<http://alimentos.org.es>. 2012).

A continuación se muestra en el cuadro 2, el resumen de los principales nutrientes del salami, en la que se incluyen sus principales nutrientes así como la proporción de cada uno en 100 gramos de producto.

Cuadro 2. CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL SALAMI (EN 100 g).

Nutriente	Contenido	Nutriente	Contenido
Calorías	444 kcal	Vitaminas:	
Grasa	39,20 g	Vitamina A	0,01 ug
Colesterol	79 mg	Vitamina B12	1,40 ug
Sodio	2084 mg	Vitamina C	0 mg
Carbohidratos	1,72 g	Vitamina B3	7,53 mg
Fibra	0,10 g	Minerales:	
Azúcares	0,00 g	Calcio	10 mg
Proteínas	21 g	Hierro	1 mg

Fuente: <http://alimentos.org.es>. (2012).

Según el INEN (2010), el salame de acuerdo con las normas ecuatorianas debe cumplir con los requisitos bromatológicos establecidos en el cuadro 3.

Cuadro 3. REQUISITOS BROMATOLÓGICOS DEL SALAME.

Requisito	Unidad	Madurados		Escaldados		Método de ensayo
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Pérdida por calentamiento	%	-	40	-	65	NTE INEN 777
Grasa total	%	-	45	-	25	NTE INEN 778
Proteína	%	14	-	14	-	NTE INEN 781
Cenizas	%	-	4	-	3	NTE INEN 786
pH	%	-	5.6	-	6.2	NTE INEN 783

Fuente: Norma NTE INEN 1343:96 (INEN, 2010).

## E. VIDA ÚTIL DE PRODUCTOS CÁRNICOS MADURADOS

La vida útil, es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Morales, I. 2008).

La finalidad de cualquier fábrica de embutidos consiste en elaborar productos confiables desde el punto de vista sanitario, con buena presentación, uniformes, que agraden a los consumidores y a precios lo más reducidos posibles. De esta forma se garantiza la permanencia en el mercado, se optimizan las condiciones de competencia y se facilita el aumento en las ventas. Para lograr estos objetivos es imprescindible poner en marcha un sistema de control de la calidad de forma que, celosamente, dentro de una metodología de trabajo claramente establecida y siguiendo un procedimiento ordenado, se vigilen cuidadosa y diariamente las condiciones sanitarias ambientales y de las materias primas, así como las desviaciones de los estándares de producción (Rodríguez, V. 2011).

Los embutidos fermentados se caracterizan por su valor de humedad y de actividad de agua, y por la presencia de ácido láctico en concentraciones que confieran al producto un sabor característico. El procesamiento de estos productos tiene como principio básico la utilización de métodos combinados de conservación, permitiendo la obtención de un producto estable a temperatura ambiente (Dalla, O. et al. 2006).

La desecación que sufren los embutidos secos, por sí misma, garantiza su inocuidad sin un tratamiento térmico adicional cuando están acordes con la regulación establecida (Frey, W. 2005).

La adición de sustancias curantes (nitritos de sodio y/o potasio), conservantes, sal común y la adición de cultivos starter ayudan a evitar la proliferación de microorganismos patógenos mediante el descenso de los valores de pH y adición de sustancias que inhiben su desarrollo; y que, conjuntamente con el descenso de los valores de la actividad del agua ( $A_w$ ), durante el período de secado al cual se somete a los embutidos madurados, se asegura la estabilidad microbiológica y organoléptica del embutido durante un largo período de tiempo almacenado en un medio que garantice inocuidad para que no se produzcan contaminación hacia el producto (Rodríguez, V. 2011).

## **F. DEFECTOS EN LOS EMBUTIDOS MADURADOS**

Entre los principales defectos que se pueden encontrar en los embutidos madurados son los que se detallan a continuación.

### **1. Putrefacción interna**

La putrefacción interna, se acompaña a menudo de una retracción de la envoltura, que puede llegar a separarse de la masa del embutido. Al corte se observan diferencias de color y de consistencia. El borde suele presentar el típico color rojo (a veces solo unos milímetros) y textura correcta, mientras que la parte central de la masa esta parcial o totalmente descolorida, en ocasiones de color gris o gris-verdoso, y reblandecida. El olor y sabor no son los típicos, sino desagradables y

rancios. Hay presencia de microbiota atípica a la de un embutido madurado, identificándose únicamente micrococcos y bacterias esporulantes aerobias. No hay corrección posible, por esta razón es muy importante controlar el embutido durante los primeros días de la maduración (Rodríguez, V. 2011).

## **2. Putrefacción generalizada**

La putrefacción generalizada a diferencia de la interna es fácil de reconocer externamente. El embutido afectado normalmente no se enrojece y no adquiere la consistencia al corte deseada. En el cuarto de maduración se percibe inicialmente un olor ácido que más tarde será de putrefacción. En los análisis microbiológicos predominan las enterobacterias, seudomonas, levaduras, estafilococos y bacterias aerobias productoras de esporas, observándose muy pocas bacterias de ácido láctico. Las causas pueden ser varias (Rodríguez, V. 2011):

- Alteración del equilibrio bacteriano por utilizar carne con carga microbiana elevada, por ejemplo carne en malas condiciones higiénicas.
- Insuficiente suministro de sustancias nutritivas, sobre todo de hidratos de carbono.
- Empleo de carne con sustancias inhibidoras.

## **3. Defectos de coloración**

Los defectos de coloración se clasifican en coloración grisácea marginal, coloración grisácea central y coloración grisácea generalizada. Los fenómenos de decoloración central (en la putrefacción interna) y de decoloración general (en la putrefacción total), se acompañan de alteraciones de la maduración de origen bacteriano. La decoloración marginal, por el contrario, se origina por muy diversos factores (Rodríguez, V. 2011).

## **4. Coloración grisácea marginal**

El embutido, que exteriormente aparece liso y sin ninguna alteración, presenta un color gris o gris-verdoso. Este color se debe a la formación de metamioglobina,

relacionada con la descomposición química del nitrito. La reacción química no se conoce con exactitud, pero se sabe que la metamioglobina se forma preferentemente cuando hay mucho oxígeno y cuando el embutido crudo experimenta grandes cambios de temperatura, que influyen sobre la nitrosomioglobina recién formada y aun inestable (Rodríguez, V. 2011).

#### **5. Coloración grisácea generalizada**

Este defecto se acompaña de una putrefacción total. Esta alteración se produce en casos muy raros y es debida a la adición, por equivocación, de sal común en vez de sal curante (Rodríguez, V. 2011).

#### **6. Alteraciones por mohos, levaduras y hongos**

Estos defectos surgen cuando la humedad del aire es demasiado elevada durante la post maduración. La presencia de hongos se manifiesta por una superficie húmeda y grasosa; las levaduras por la formación de una capa blanca, que puede ser seca o húmeda, y el enmohecimiento por una capa gris, verde o negra. Los tres defectos tienen una cosa en común; se debe a la humedad relativa del aire demasiado alta. Estos defectos se pueden evitar controlando la humedad relativa del aire. La capa de hongos de la superficie del embutido puede eliminarse simplemente lavando. Más difícil resulta corregir el enmohecimiento. Hay que realizar controles continuos para vigilar que los mohos no se extiendan por toda la superficie del embutido. El enmohecimiento no es únicamente un defecto estético, sino también un peligro para la salud, ya que algunas de especies de mohos producen micotoxinas (Rodríguez, V. 2011).

#### **7. Acidificación demasiado rápida**

En este caso los embutidos pueden presentar diferentes alteraciones del color. A menudo aparecen con su color normal al corte, pero esta nitrosomioglobina no es estable y se torna gris al cabo de unos minutos. La nitrosomioglobina se oxida y se forma metamioglobina. Este defecto de coloración se origina por un descenso excesivamente rápido del valor de pH (Rodríguez, V. 2011).

## **8. Alteraciones del sabor y olor**

En estos casos no se observan ninguna alteración de color ni de consistencia. Al probar el embutido se percibe un sabor y un olor anómalos. Estos fallos se presenta frecuentemente cuando se utiliza carne comprada, ya que esta carne puede llevar bastante tiempo en conservación y además estar contaminada con determinado tipo de bacterias proteolíticas, cuya presencia en carnes comerciales no es nada extraña. No se debe utilizar, por tanto, más que carne con olor muy fresco que no esté pegajosa. En estos casos existe la posibilidad de corrección: alargando el tiempo de post maduración desaparecen a menudo el olor y el sabor anómalos. En todo caso es conveniente controlar los embutidos de forma continua (Rodríguez, V. 2011).

## **G. CALIDAD MICROBIOLÓGICA**

Con la excepción de los mohos, algunos de los cuales pueden ser micotoxigénicos, los embutidos fermentados no sustentan el crecimiento de microorganismos potencialmente patógenos. Los embutidos fermentados generalmente se considera que son productos de bajo riesgo, aunque hay dos áreas problemáticas: crecimiento de microorganismos productores de toxinas en la carne, especialmente *Staphylococcus aureus*, antes de que la fermentación tenga lugar, y supervivencia de bacterias patógenas tales como la *Salmonella* (Varnam, A. et al. 2008).

### **1. Staphylococcus aureus**

La producción de enterotoxina por *S. aureus* ha sido un problema importante en la producción de embutidos fermentados. El *Staphylococcus aureus* es un contaminante común de la carne cruda (Varnam, A. et al. 2008).

Como requisito microbiológico para productos cárnicos curados madurados se establece que el *Staphylococcus aureus* puede estar presente en un rango de  $1 \times 10^2$  a  $1 \times 10^3$  UFC/g (Norma NTE INEN 1343:96. 2010).

## 2. *Clostridium perfringens*

Es un bacilo esporulado, anaeróbico, pero estrictas condiciones anaeróbicas no son requeridas para su crecimiento. Las cepas de esta especie se dividen en cinco tipos: A, B, C, D y E, basado en su habilidad de producir las toxinas alfa, beta, epsilon e iota. El *C. perfringens* es agente etiológico de muchas enfermedades y es la tercera causa de toxiinfección alimentaria bacteriana después de *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus* (Aycachi, R. 2008).

La presencia de *Clostridium perfringens* como requisito microbiológico para productos cárnicos curados madurados se establece en un rango de  $1 \times 10^3$  a  $1 \times 10^4$  UFC/g (Norma NTE INEN 1343:96. 2010).

## 3. *Salmonella*

Son bacterias que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos gran negativos, anaerobios facultativos, con flagelos peritricos y que no desarrollan cápsula, ni esporas. Es la segunda causa más común de enfermedades transmitidas por alimentos. La actividad de agua y pH afectan el crecimiento de *Salmonella*, siendo el límite inferior de 0.94 y 3.8, respectivamente (Instituto de Salud Pública Chile, 2007).

En productos cárnicos curados madurados mediante pruebas de identificación microbiológica debe existir ausencia de unidades formadoras de colonias (UFC) por 25 gramos de muestra, tanto de *Salmonella* (Norma NTE INEN 1343:96. 2010).

## 4. *Escherichiacoli*

Es una bacteria que se encuentra de forma natural en el intestino de los humanos formando parte de la microbiota intestinal. Existe sin embargo grupos de *E. coli* cuyas toxinas afectan a los seres humanos y causan severas infecciones (Troxler, S. 2010).

La *Escherichiacoli* presenta un serio riesgo para la salud humana, particularmente en alimentos que son consumidos sin cocinar o incorrectamente cocinados. Se ha identificado grupos de *E. coli* que son ácido tolerantes y que son capaces de sobrevivir en la elaboración de embutidos madurados, en especial la *E. coli* O157:H7. (Muthukumarasamy, P. et al. 2007).

En el salami madurado el valor máximo de *E. coli* presente debe de ser de  $1 \times 10^2$  ufc/g (Norma NTE INEN 1343:96. 2010).

## 5. Mohos de superficie

Durante el secado, los hongos colonizan frecuentemente la superficie del embutido asentándose en la tripa. Se considera meramente incomodidad que afecta solo el aspecto externo del embutido, y se elimina por cepillado o lavado antes de su venta (Frey, W. 2005).

Generalmente, para el lavado de embutidos madurados que presentan mohos se utiliza ácido acético, láctico, o bien sumergir en solución de ácido ascórbico a sus sales (Price, J. 2004).

Esta microbiota deseable produce un efecto antioxidante, impide la formación de encostrado y favorece el desarrollo de aromas y sabores característicos. Muchos productores consideran tal cubierta como un indicador de buena calidad y terminación del proceso de madurado. Se han identificado 45 cepas pertenecientes a los géneros *Penicillium*, *Aspergillus* y *Eurotium* (Posa, G. 2004).

La presencia de hongos se debe, principalmente, a la humedad relativa del aire demasiado alta. Estos defectos se pueden evitar controlando la humedad relativa del aire. Hay que realizar controles continuos para vigilar que los mohos no se extiendan por toda la superficie del embutido. El enmohecimiento no es únicamente un defecto estético no es solamente un defecto estético, sino también un peligro para la salud, ya que algunas de especies de mohos producen micotoxinas (Schiffner, E. 2006).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

El presente trabajo experimental se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, en el Centro de Producción de Cárnicos, ubicado en el kilómetro 1 ½ Panamericana Sur. A una altitud de 2740 m.s.n.m., con una latitud de 01° 38' S y una longitud de 78° 40' W, presentando las condiciones meteorológicas que se reportan en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, ECUADOR.

PARÁMETROS.	VALORES PROMEDIO.
Temperatura °C	15
Altitud m s n m	2740
Humedad relativa, %	60

Fuente: Estación Agrometeorológica, Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH (2012).

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

Las unidades experimentales se conformaron por los salamis obtenidos por efecto de la utilización de diferentes niveles de yogurt como agente fermentativo, siendo el tamaño de la unidad experimental de 3 kg de pasta preparada. Para los análisis bromatológicos, microbiológicos, así como para los sensoriales, el tamaño de la unidad experimental fue de una muestra de 125 g de los salamis obtenidos de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos.

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

Los materiales, equipos e instalaciones utilizados fueron:

## 1. Equipos

- Balanza eléctrica de 360 g de capacidad y una precisión de 0.001 g.
- Molino de carne.
- Mezcladora.
- Embutidora.
- Hidrómetro.
- Vitrina frigorífica.
- Báscula.
- Mesas de acero inoxidable.

## 2. Materiales

- Tripas sintéticas para embutir.
- Juego de cuchillos.
- Bandejas.
- Fundas de empaque.
- Hilo de amarre.
- Cámara fotográfica.
- Equipo de oficina.
- Computador personal.
- Jabones, detergentes y desinfectantes.
- Equipo de protección personal (botas, mascarilla, guantes, cofia y mandil).
- Escoba.
- Fundas de plástico.
- Libreta de apuntes.

## 3. Materia prima aditivos y condimentos

- Carne de res.
- Grasa de cerdo.
- Yogurt Natural.
- Sal.

- Curasol.
- Fosfato.
- Pimienta blanca.
- Ajo en polvo.
- Sazona todo.
- Coñac.

#### 4. Instalaciones

Se emplearon las instalaciones existentes en la Planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, como son la sala de procesamiento y las cámaras de refrigeración y maduración.

#### D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la calidad bromatológica, microbiológica y organoléptica del salami obtenido con la utilización de diferentes niveles de yogurt natural (1, 2 y 3%), como agente fermentativo, para ser comparados con los salamis obtenidos con fermentación natural, como tratamiento control, por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, empleándose cuatro repeticiones en cada uno. Las unidades experimentales por presentar homogeneidad de los ingredientes en la formulación, se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar y que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Donde

$Y_{ij}$ : Valor estimado de la variable.

$\mu$ : Media general.

$T_i$ : Efecto de los niveles del yogurt natural.

$\varepsilon_{ij}$ : Error Experimental.

El esquema del experimento empleado se reporta en el cuadro 5.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Repet.	TUE*	Kg/tratamiento
0 % yogurt natural (control)	T0	4	3	12
1 % de yogurt natural	T1	4	3	12
2 % de yogurt natural	T2	4	3	12
3 % de yogurt natural	T3	4	3	12
TOTAL, kg de pasta				48

Fuente: Lliguilema, J. (2012).

TUE\*: Tamaño de la unidad experimental, 3 kg de pasta para salami.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables a estudiarse en la presente investigación fueron las siguientes:

### 1. Análisis bromatológica

- Contenido de humedad, %.
- Contenido de materia seca, %.
- Contenido de proteína, %.
- Contenido de grasa, %.
- Contenido de cenizas, %.

### 2. Análisis organoléptica

- Color, 5 puntos.
- Olor, 5 puntos.
- Textura, 5 puntos.
- Sabor, 5 puntos.
- Valoración total, 20 puntos.

### 3. Análisis microbiológica

- Aerobios totales, UFC/g.

- Enterobacterias, UFC/g.
- Escherichiacoli, UFC/g.

#### 4. **Análisis productivos**

- Peso inicial, kg.
- Peso final, kg.
- Pérdida de peso por la maduración, kg.
- Reducción de peso, %.

#### 5. **Análisis económico**

- Costos de producción, dólares/kg.
- Beneficio/costo.

### **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Los resultados experimentales obtenidos fueron procesados en el Software estadístico SPSS Versión 18,0, en donde se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias entre tratamientos.
- Separación de medias mediante la prueba de Tukey al nivel de significancia  $P \leq 0,05$ .
- Pruebas no paramétricas para la valorización de las características organolépticas, mediante la Prueba Rattig Test.
- Determinación de las líneas de tendencia mediante el análisis de la regresión polinomial en las variables que presentaron diferencias estadísticas por efecto de los niveles de yogurt natural empleados.

Los esquemas del ADEVA empleados, se reportan en los cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

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

Fuente: Lliguilema, J. (2012).

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA DE LA PRUEBA DEL RATING TEST.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques (no ajustados)	3
Tratamientos (ajustados)	3
Error intrabloques	9
Total	15

Fuente: Lliguilema, J. (2012).

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Elaboración del salami

En la elaboración del salami se utilizó carne de res y grasa de cerdo, más los aditivos y condimentos, en las cantidades que se reportan en el cuadro 8.

Para la obtención del salami, se utilizó el siguiente proceso:

- Recepción y pesaje; de la materia prima, se utilizó carne de res además de grasa dorsal de cerdo. Luego de adquirida la carne, se realizó el control de calidad para asegurar que el producto final sea apto para el consumo humano.

Cuadro 8. FORMULACIONES EXPERIMENTALES PARA LA ELABORACION DE SALAMI CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL (PARA 100 kg DE PRODUCTO).

Ingredientes	Unidad	Niveles de yogurt natural			
		0 %	1 %	2 %	3 %
Carne de res.	Kg.	70,00	69,00	68,00	67,00
Grasa de cerdo.	Kg.	30,00	30,00	30,00	30,00
Yogurt natural.	Lt.		1,00	2,00	3,00
Aditivos y condimentos.					
Sal.	Kg.	1,886	1,886	1,886	1,886
Curasol.	Kg.	0,189	0,189	0,189	0,189
Fosfato.	Kg.	0,377	0,377	0,377	0,377
Pimienta blanca.	Kg.	0,095	0,095	0,095	0,095
Ajo en polvo.	Kg.	0,189	0,189	0,189	0,189
Coñac.	Lt.	0,943	0,943	0,943	0,943
Sazona todo.	Kg.	0,189	0,189	0,189	0,189

Fuente: Lliguilema, J. (2012).

- Luego se procedió al pesaje de las cantidades requeridas de ingredientes de acuerdo a las formulaciones establecidas en el estudio.
- Limpieza; se procedió a separar los tendones y grasas de pulpa redonda.
- Trozado; se realizó para facilitar el ingreso de las carnes al molino, previamente se corto la carne en trozos más o menos uniformes, permitiendo una adecuada manipulación, se realizo de la misma manera la grasa dorsal.
- Molido; las carnes magras se las introdujo en el molino cuyos orificios tienen 8 mm de diámetro, mientras que la grasa dorsal se pasó por el disco de 12.
- Mezcla; tanto la carne magra como la grasa, se mezclaron por el tiempo de 5 minutos a la vez que se agregaron los aditivos, condimentos y yogurt para obtener una masa homogénea y pastosa, la cual debe quedarse pegada a la mano como indicador de la textura adecuada.

- Embutido; una vez obtenida la mezcla, se procedió a embutir en una tripa sintética de 60 mm de diámetro, luego fue atado en porciones de 50 cm. de largo con su respectiva identificación.
- Ahumado; es el proceso que coadyuva a mejorar la calidad de los productos. Para el uso particular del salami se realizó por un lapso de 30 minutos a 60° C. y se dejó en reposo por un lapso de 1 hora.
- Maduración; los primeros 10 días paso en cuarto con una temperatura de 10 a 16°C con una humedad de 70 a 75% luego de este lapso de tiempo se lavó los salamis con agua y sal con una proporción de 3:1 luego de esto paso a cuarto de maduración en donde se mantuvo a temperatura ambiente con su respectivo cuidado diario, todo esto duró tres meses.
- Tajado; luego de proceso de maduración se retiró la envoltura y se procedió al tajado, los mismos se envió 125 g de muestras al laboratorio, Diseño Completamente al Azar y el resto se utilizó para la degustación.

## **2. Programa Sanitario**

Antes de la elaboración del producto se realizó una limpieza exhaustiva de todas las instalaciones, equipos y materiales que intervinieron en el proceso de elaboración de salami, con cloro y con detergentes especializados. Esta limpieza se la realizó permanentemente antes de la elaboración de cada lote de producción (que corresponden a las diferentes repeticiones de los tratamientos experimentales), con la finalidad de asegurar la asepsia y evitar que agentes patógenos alteren el producto elaborado.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

Los análisis de laboratorio fueron realizados con el propósito de conocer el contenido nutricional, microbiológico y la valoración organoléptica de cada una de las muestras que fueron obtenidas una vez elaborado el producto.

### **1. Análisis Bromatológica**

Para el control de los parámetros bromatológicos del salami se tomaron muestras de 125 g y fue enviado a Centro de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios (CETLAP), responsable técnico Ing. Lucia Silva, para la determinación del contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas.

### **2. Análisis Microbiológica**

La calidad microbiológica del producto terminado se tomó una muestra de 125 g, las cuales fueron enviadas a Centro de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios (CETLAP), responsable técnico Ing. Lucia Silva para la determinación de Aerobios totales, Enterobacterias y *Escherichiacoli*, expresada en UFC/g.

### **3. Análisis Organoléptica**

Para la obtención de los resultados organolépticos, se propuso los siguientes parámetros:

Color:	5 puntos.
Olor:	5 puntos.
Textura:	5 puntos.
Sabor:	5 puntos.
Total:	20 puntos.

En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento:

Se coordinó con el director de tesis, para seleccionar el panel de degustadores no entrenados.

Luego de esto se dio a conocer las escalas de valoración de acuerdo al criterio del degustador, en la encuesta que se indica en el (anexo 1), en la que se pide valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida.

Además los degustadores debían cumplir con ciertas normas como: que exista estricta individualidad entre ellos para que no haya influencia entre los mismos; disponer a la mano agua, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas.

Posteriormente se tomo 100 a150 gramos de salami como muestras de cada uno de los tratamientos y repeticiones, se coloco en un plato desechable previamente identificado.

Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística de acuerdo a la prueba de Ratting Test (Witting, E. 1981).

#### **4. Análisis Productivo**

En los parámetros productivos se consideraron los pesos de los salamis antes y después del proceso de ahumado y maduración, valores que permitieron establecer su diferencia de peso que representa la pérdida de peso por efecto de la maduración, y que representa la reducción de peso, que es expresada en porcentaje, y que su cálculo se basa en el siguiente propuesto:

$$\text{Reducción de peso, \%} = \frac{\text{Peso del salami después de la maduración}}{\text{Peso del salami antes de la maduración}} \times 100$$

#### **5. Análisis Económico**

El costo de producción se determinó sumando todos los gastos incurridos en la producción del salami y dividirla para la cantidad total obtenida en cada uno de los tratamientos.

El beneficio/costo, se obtuvo dividiendo los ingresos totales para los egresos realizados.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. ANÁLISIS BROMATOLÓGICA**

Los resultados de análisis bromatológicas del salami elaborando con diferentes niveles de yogurt natural como cultivo iniciador, se reporta en el cuadro 9.

#### **1. Contenido de humedad**

El contenidos de humedad del salami no varió estadísticamente ( $P > 0,05$ ), por efecto de los niveles de yogurt natural empleados, por cuanto los valores determinados fluctuaron entre 38,39 y 39,74%, que corresponden a los salamis del grupo control (sin yogurt) y en los que se utilizaron el 3% del yogurt natural, respectivamente (gráfico 1), por lo que se considera que al utilizar el yogurt en la elaboración del salami, el contenido de humedad no se incrementa, debido a que las bacterias lácticas se utilizan como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos cárnicos fermentados, por lo que además de contribuir en la biopreservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor y textura (Carr, F. et al. 2002).

Los contenidos de humedad determinados guardan relación con los requisitos exigidos por el INEN (2010), en la Norma NTE INEN 1343:96, donde se indica que los salamis madurados, deben poseer como máximo el 40% de humedad, además, estos valores se aproximan a los encontrados por Ortiz, M. (2008), quien al utilizar diferentes tipos de ahumados en la elaboración de salami, determinó un contenido de humedad del 42,92% al conservarlo con ahumado templado, por lo que se considera que las variaciones entre estas respuestas pueden estar supeditadas al periodo de maduración, en el cual generalmente se reduce el contenido de humedad y por consiguiente su peso.

Cuadro 9. ANÁLISIS BROMATOLÓGICAS DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.

Parámetro	Niveles de yogurt natural				Error	
	0%	1%	2%	3%	estándar	Prob.
Humedad, %	38,39 a	39,10 a	39,30 a	39,74 a	0,284	0,430
Materia seca, %	61,62 a	60,90 a	60,70 a	60,26 a	0,284	0,430
Proteína, %	16,50 c	16,80 bc	17,15 ab	17,35 a	0,096	0,000
Grasa, %	28,88 a	28,93 a	28,97 a	29,02 a	0,121	0,987
Cenizas, %	3,36 a	3,37 a	3,35 a	3,71 a	0,077	0,296

Fuente: Lliguilema, J. (2013).

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

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

Medias con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

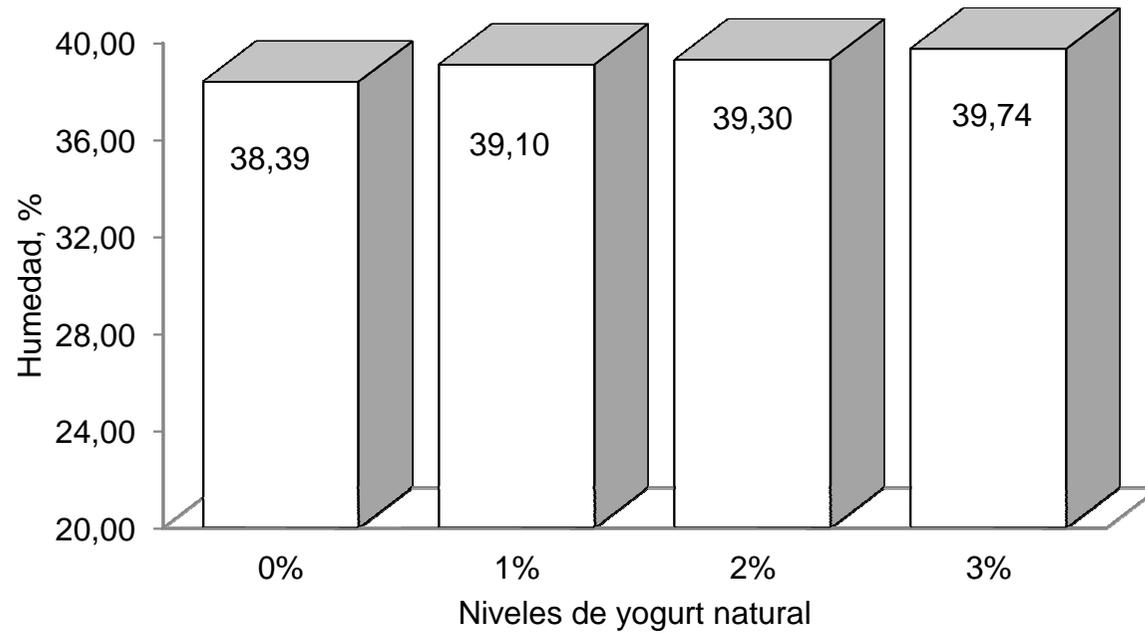


Gráfico 1. Contenido de humedad (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

## **2. Contenido de materia seca**

Las medias del contenido de materia seca del salami, no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0,05$ ), por efecto de los niveles del yogurt natural empleados, por cuanto se registró contenidos de 60,26% con el empleo del 3% del yogurt a 61,62% en los salamis que se elaboraron sin yogurt (gráfico 2), cantidades que guardan relación con los requisitos establecidos por el INEN (2010), en la Norma NTE INEN 1343:96 , ya que en esta norma, se indica que los salamis madurados, deben poseer como máximo el 40% de humedad, por consiguiente su contenido de materia seca debe ser del 60%, en cambio son ligeramente superiores con respecto al trabajo realizado por Ortiz, M. (2008), quien al utilizar diferentes tipos de ahumados en la elaboración de salami, señaló que este producto presentó un contenido de 58,08% de materia seca, variación que dependió del tipo de ahumado empleado, y del tiempo de periodo de maduración.

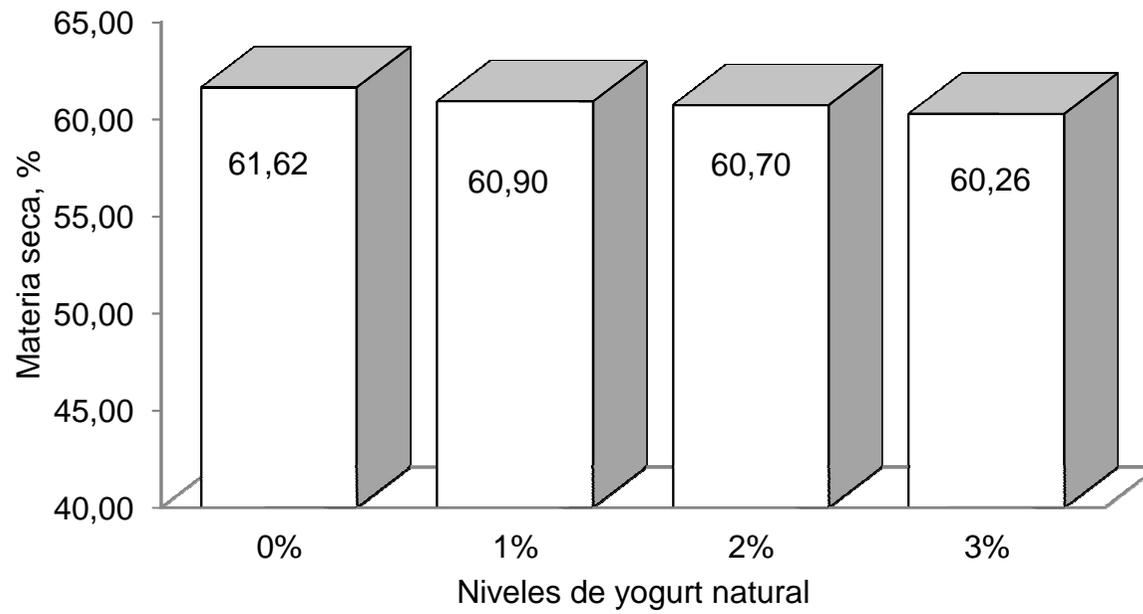


Gráfico 2. Contenido de materia seca (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

### 3. Contenido de proteína

La utilización de los niveles de yogurt natural en la elaboración del salami, influyeron estadísticamente ( $P < 0,01$ ), en el contenido de proteína, por cuanto a medida que se incrementó la cantidad de yogurt el contenido proteico del salami también se eleva, por cuanto los valores determinados fueron de 16,50% en el salami del grupo control (sin yogurt), 16,80% cuando se utilizó el nivel 1%, 17,15% con el 2% de yogurt y de 17,35% con el nivel 3%, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 3, de donde se desprende que por cada unidad adicional de yogurt natural que se emplee en la elaboración del salami, el contenido de proteína se eleva en 0,29 unidades; comportamiento que puede deberse a lo que se señala en <http://www.eufic.org>. (2012), donde se indica que La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la carne va modificándose, y lo mismo ocurre con la textura del producto, debido a que este proceso se deriva de la simbiosis entre dos bacterias, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra, además de que esta interacción reduce considerablemente el tiempo de fermentación y el producto resultante tiene peculiaridades que lo distinguen de los productos fermentados por medios naturales.

Los resultados obtenidos, si se compara con los valores exigidos por el INEN (2010), en su Norma NTE INEN 1343:96, que indica que el salami madurado debe contener como mínimo el 14% de proteína, este porcentaje es superado aproximadamente en 3 puntos, lo que denota que este tipo de producto cárnico es altamente nutritivo; además, estos valores son más altos que lo alcanzados por Ortiz, M. (2008), quien señala que al emplear diferentes tipos de ahumados, el salami presentó contenidos entre 13,55 y 15,63% de proteína, diferencias que según este investigador se debe a que el contenido de proteína de una emulsión o mezcla cárnica tiende a disminuir por efecto del proceso térmico del ahumado al que es sometido, ya que mientras más elevado es el radio de acción mayor será.

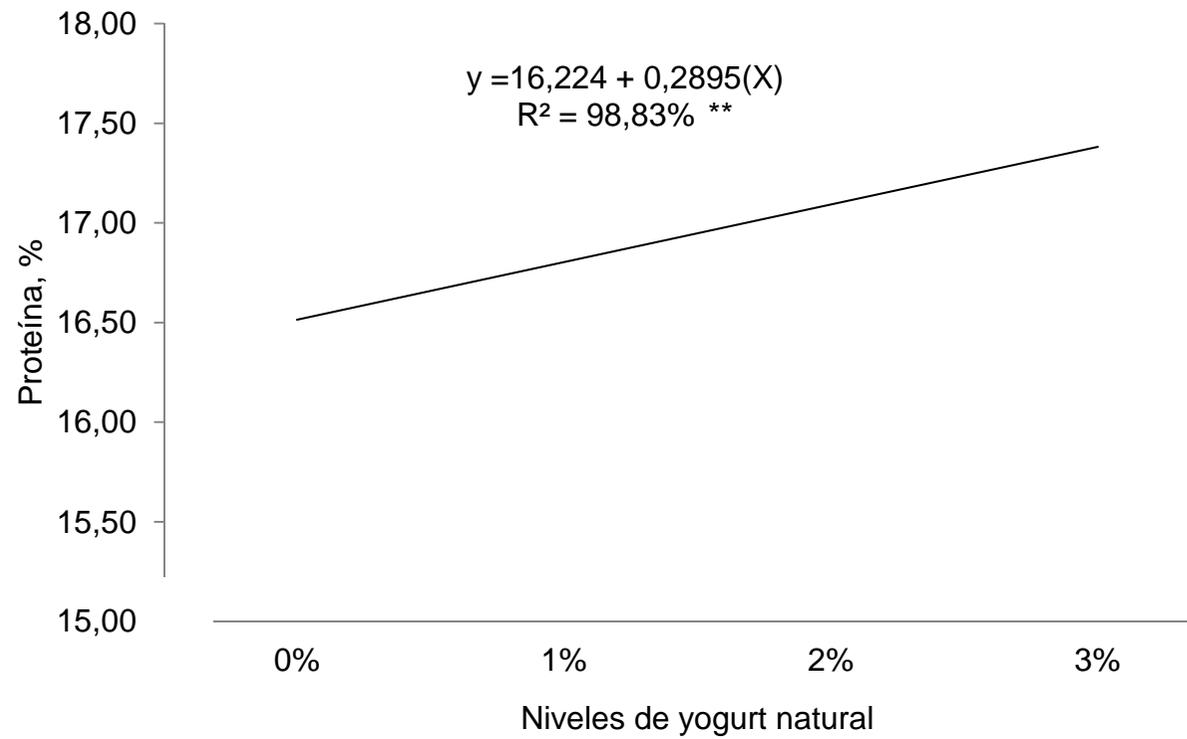


Gráfico 3. Comportamiento del contenido de proteína (%), en el salami por efecto del empleo de diferentes niveles de yogurt natural.

la pérdida de este elemento, por lo que se establece que mediante, la utilización del yogurt se evita la pérdida de sustancias extractivas y nutritivas, también se confirma lo señalado por Ramírez, J. (2011), en que las bacterias ácido lácticas, además de contribuir en la biopreservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva, como los demuestran los resultados alcanzados

#### **4. Contenido de grasa**

El contenido de grasa de los salamis fueron entre 28,88 y 29,02%, determinados en los salamis elaborados sin yogurt natural y en los que se emplearon el 3% del yogurt, respectivamente (gráfico 4), que estadísticamente no son diferentes ( $P > 0,05$ ), por lo que se puede señalar que el uso del yogurt natural como acelerador del proceso fermentativo de los productos cárnicos madurados no modifican su contenido graso, sino que estos depende de la cantidad de materia grasa empleada, por el contrario, al adicionar las bacterias lácticas adquieren propiedades sensoriales características en cuanto a sabor, aroma, apariencia, textura y consistencia, además de una vida de anaquel y seguridad higiénica mayor (Messens, W. et al. 2002).

Los contenidos de grasa observados en los salamis obtenidos se encuentran por debajo del límite máximo permitido por el INEN (2010), en la Norma NTE INEN 1343:96, donde se indica que el contenido máximo de grasa en el salami madurado debe ser del 40%, siendo también inferior respecto al reporte de Ortiz, M. (2008), quien señala que al emplear un ahumado templado, el salami presentó el 40,17% de grasa, a pesar de que el mismo investigador también indica que registro un contenido de 28,19% con el empleo del humo líquido, cuya diferencia le atribuye a que el ahumado frío no emulsiona a las grasas.

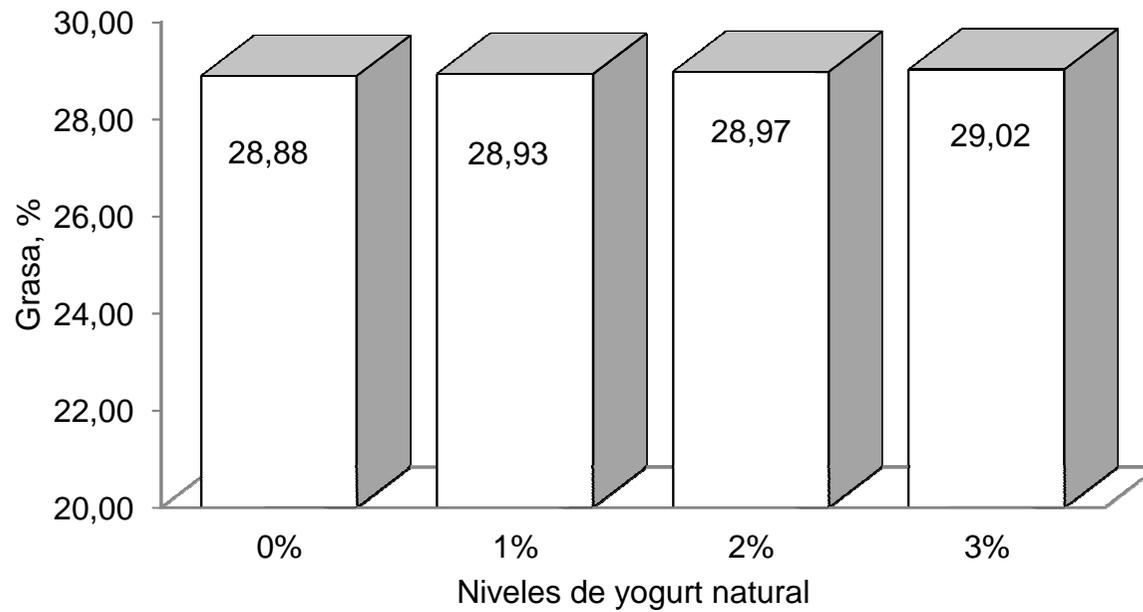


Gráfico 4. Contenido de grasa (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

## **5. Contenido de cenizas**

En el contenido de cenizas, las medias determinadas no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) por efecto de los niveles de yogurt natural, por cuanto los valores determinados fluctuaron entre 3,35 y 3,71%, registrados en los salamis elaborados con la adición del 2 y 3%, respectivamente (gráfico 5), por lo que se considera que la cantidad de yogurt natural utilizada como acelerador de la fermentación, no incrementa el contenido de cenizas o minerales, por lo que las cantidades de cenizas determinadas en el salami obtenido se encuentran dentro de las recomendaciones realizadas por el INEN (2010), en su Norma NTE INEN 1343:96, que señala que el salami madurado deben contener un máximo del 4% de cenizas.

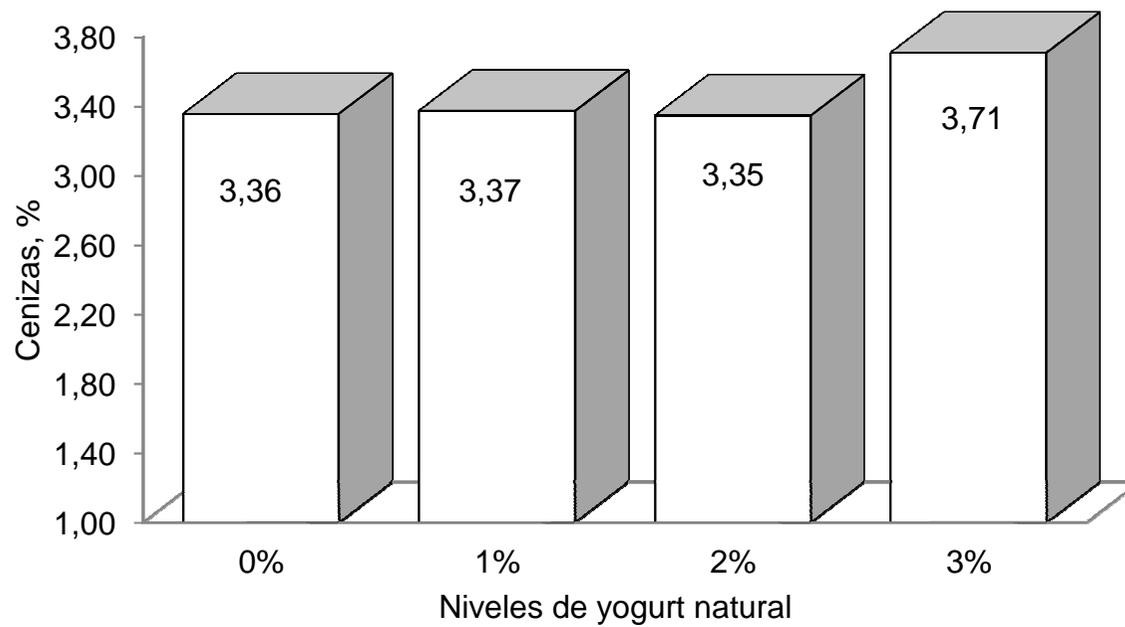


Gráfico 5. Contenido de cenizas (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

## **B. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICA**

Las respuestas de los análisis organoléptica del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural como acelerador de la fermentación se reportan en el cuadro 10, debiendo indicarse que estos resultados se obtuvieron al realizar el proceso de degustación con un panel de jueces no entrenados, por lo que estas respuestas están en función de la preferencia de los consumidores.

### **1. Color**

En los análisis del color del salami, tomando como referencia una puntuación de 5 puntos, las calificaciones asignadas no fueron diferentes estadísticamente ( $F < F_{tab}$ ), por efecto de los niveles de yogurt natural utilizados, aunque numéricamente se observó una ligera preferencia por los salamis elaborados con los niveles 1 y 3% de yogurt natural que recibieron una calificación de 3,88 puntos, en cambio los salamis del grupo control (sin yogurt), alcanzaron 3,38 puntos, recibiendo estas calificaciones debido a que el color de los salamis varió ligeramente entre el color rojo oscuro a un rojo ligeramente rosado en los que se incorporaron el yogurt, todos con fracciones de grasa en la evidencia, pero en general se confirma lo reportado por Sánchez. M. (2010), quien señala que el color que predomina en la textura del salami es el rojo, es decir, color carne, pero en la medida que un producto cárnico permanece más tiempo en la cámara de maduración va perdiendo humedad y por consiguiente va aumentando la intensidad del color.

Cuadro 10. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICAS DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.

Parámetro	Niveles de yogurt natural					F&	Ftab.	
	0%	1%	2%	3%				
Color, 5 puntos	3,38 a	3,88 a	3,63 a	3,88 a		4,125	4,900	ns
Olor, 5 puntos	3,75 a	4,13 a	3,56 a	3,75 a		2,552	4,900	ns
Textura, 5 puntos	3,50 a	4,00 a	4,13 a	4,13 a		2,488	4,900	ns
Sabor, 5 puntos	3,69 a	4,13 a	4,00 a	4,25 a		2,157	4,900	ns
Total, 20 puntos	14,31 b	16,13 a	15,31 ab	16,00 a		5,933	4,900	*
Valoración total (1)	B	MB	MB	MB				

	Puntaje	
Descripción de calidad	100,00	20
Excelente	90,00	18
Muy bueno	80,00	16
Bueno	70,00	14
Regular	60,00	12
Límite no comestible	50,00	10

Fuente: Lliguilema, J. (2013).

(1): Escala de valoración de calidad de productos alimenticios según Witting (1981).

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error).

Ftab: valor tabular de F.

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

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

Medias con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

## 2. Olor

La análisis del olor de los salamis, presentaron el mismo comportamiento que la característica del color, es decir, no hubo diferencias estadísticas ( $F < F_{tab}$ ), entre las puntuaciones asignadas, a pesar de que estas fluctuaron entre 3,56 y 4,13 puntos, y que corresponden a los salamis elaborados con el 2 y el 1% de yogurt natural, en su orden (gráfico 6).

El análisis de esta característica concuerda con lo reportado por Sánchez. M. (2010), quien indica que el salami posee un aroma a carne madurada, con notas de aromas lácteos sumado a los olores aportados por la mezcla de diferentes tipos de especias, logrando un aroma equilibrado, suave y diferencial, que resulta de la actividad microbiana de los componentes de la masa.

## 3. Textura

Tomando en consideración lo que señala Velasco, L. (2010), quien indica que la textura, es el reflejo de la estructura del alimento, su evaluación es muy compleja y se realiza mediante indicadores como la fracturabilidad, dureza, cohesividad, adhesividad, elasticidad, gomosidad y masticosidad, de las cuales la de mayor importancia son la dureza y masticosidad, por lo que en base a esto, al evaluarse esta característica en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural, las valoraciones a la textura asignadas por los catadores no fueron diferentes estadísticamente ( $F < F_{tab}$ ), sin embargo numéricamente una mayor puntuación recibieron los salamis en los que se utilizaron el 2 y el 3% de yogurt natural, ya que presentaron una mayor elasticidad y masticosidad por lo que les asignaron puntuaciones de 4,13 puntos sobre 5 de referencia, en ambos casos, en cambio los salamis del grupo control presentaron una textura menos elástica por lo que recibieron una calificación de 3,50 puntos (gráfico 7).

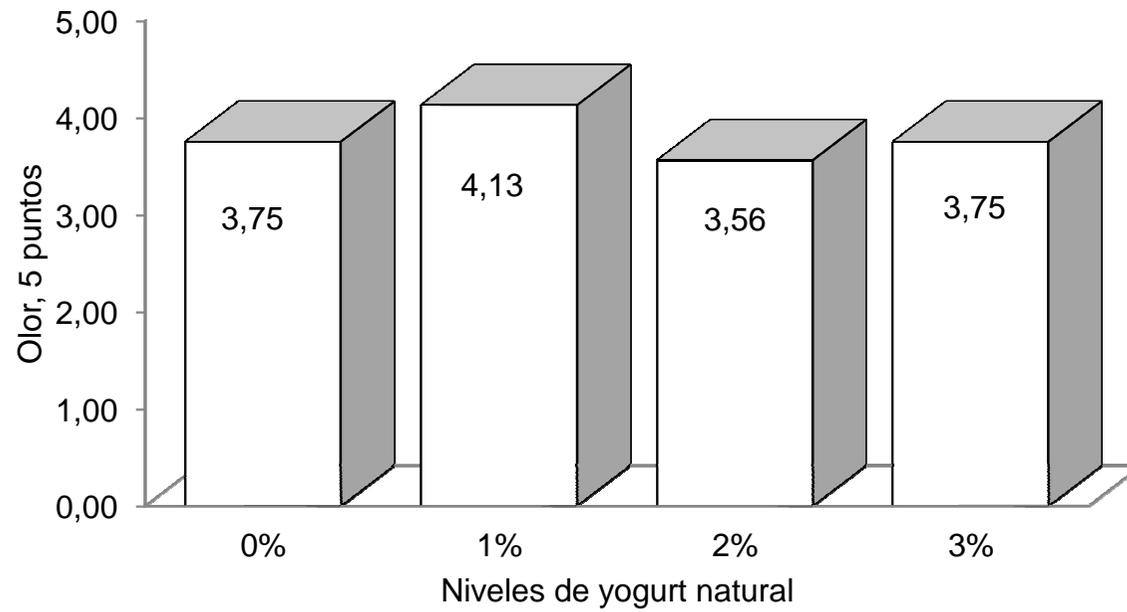


Gráfico 6. Análisis organoléptico del olor (sobre 5 puntos), del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

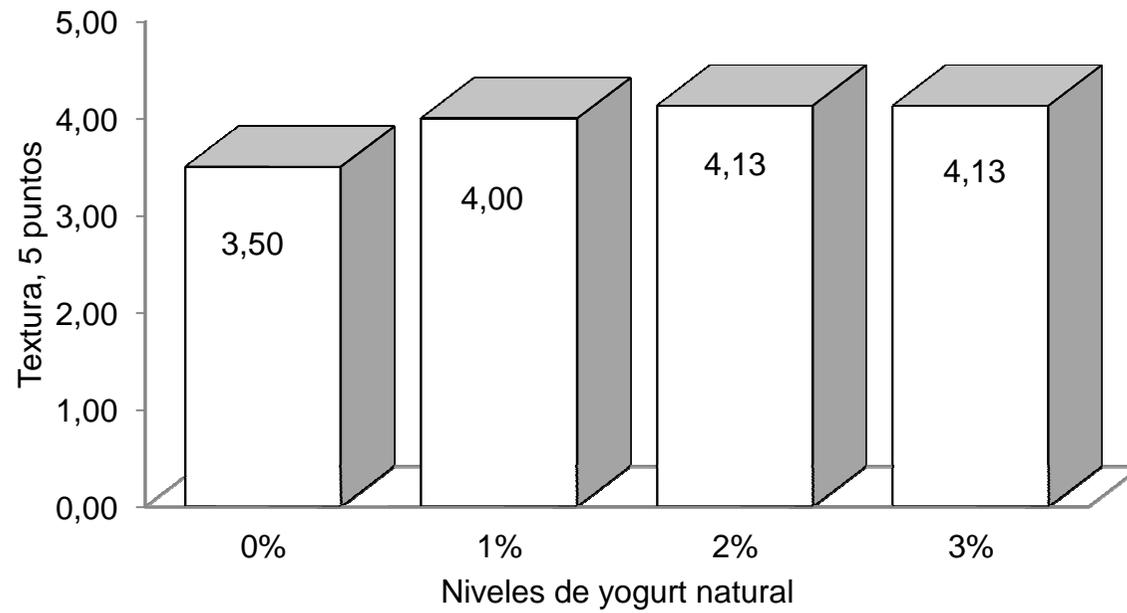


Gráfico 7. Análisis organoléptico de la textura (sobre 5 puntos), del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

#### 4. Sabor

Los análisis del sabor que recibieron los salamis, no difieren estadísticamente ( $F < F_{tab}$ ) por efecto de los niveles de yogurt natural empleados, por cuanto las calificaciones alcanzadas fueron de 3,69 a 4,25 puntos sobre 5 de referencia, y que corresponden a los salamis del grupo control y a aquellos elaborados con el 3% de yogurt, respectivamente (gráfico 8), respuestas que confirman lo señalado por Varnam, A. et al. (2008), quienes reportan que los embutidos fermentados o madurados se caracterizan por su sabor fuerte y picante, y en muchos casos, por su textura chiclosa, características que se producen como consecuencia de la fermentación bacteriana, que dan lugar al ácido láctico y otros compuestos, de ahí que la calificación del salami con el empleo del yogurt natural como precursor de la fermentación, presentó una mayor aceptación por parte de los consumidores, ya que el yogurt al contener las bacterias lácticas propician mejores características sensoriales en cuanto a sabor, aroma, apariencia y textura, además de una vida de anaquel y seguridad higiénica mayor (Messens, W. et al. 2002).

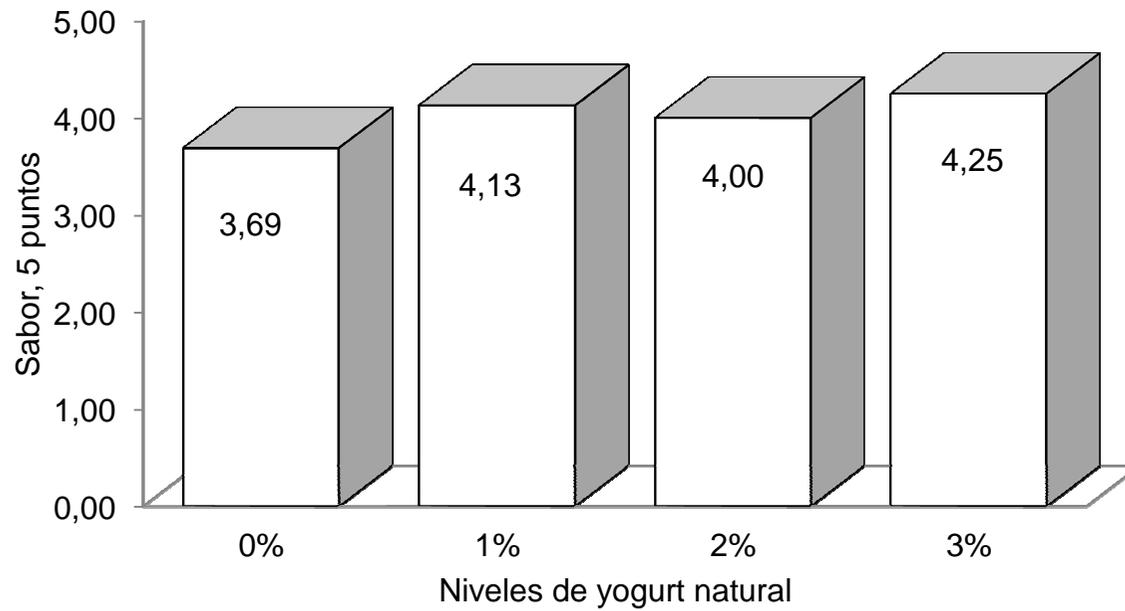


Gráfico 8. Análisis organoléptica del sabor (sobre 5 puntos), del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

## 5. Análisis Total

Análisis organoléptica total, tiene relación directa con los atributos color, olor, sabor y textura, es por eso que este parámetro es de importancia porque permite establecer diferencias entre los tratamientos analizados por los catadores (Rodríguez, V. 2011); por lo que las valoraciones totales asignadas al yogurt presentaron diferencias significativas ( $F > F_{tab}$ ), por efecto de los niveles de yogurt natural empleados, presentando los catadores mayor preferencia por el salami elaborados con el 1 y 3% de yogurt, ya que recibieron una calificaciones de 16,13 y 16,00 puntos sobre 20 de referencia, respectivamente, a diferencia de los salamis del grupo control (sin yogurt), que los evaluaron con 14,31 puntos, por lo que de acuerdo al análisis de la regresión se estableció una tendencia cúbica altamente significativa (gráfico 9), que determina que la aceptabilidad del yogurt se mejora cuando se utiliza el 1% de yogurt, reduciéndose esta aceptabilidad cuando se incrementa al 2%, pero con niveles superiores su aceptación se mejora.

De acuerdo a la escala de análisis de los alimentos propuesta por Witting, E. (1981), se establece que los salamis elaborados con diferentes niveles de yogurt natural, tienen mayor preferencia que los salamis del grupo control (sin yogurt), por cuanto las valoraciones que les corresponden son de Muy Buenas en los casos del empleo del yogurt natural y Buenas, al salami del grupo control cumpliéndose por tanto, lo que indica Sánchez. M. (2010), en que los cambios en la composición, sabor, olor y color que tienen lugar en los productos cárnicos fermentados se deben fundamentalmente a la microbiota natural o añadida, como las bacterias lácticas, que favorecen los cambios que se producen en el producto durante la fermentación y maduración, además de que se ejerce una actividad enzimática intensa, favorable para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, que pidieran alterar la salud de los consumidores.

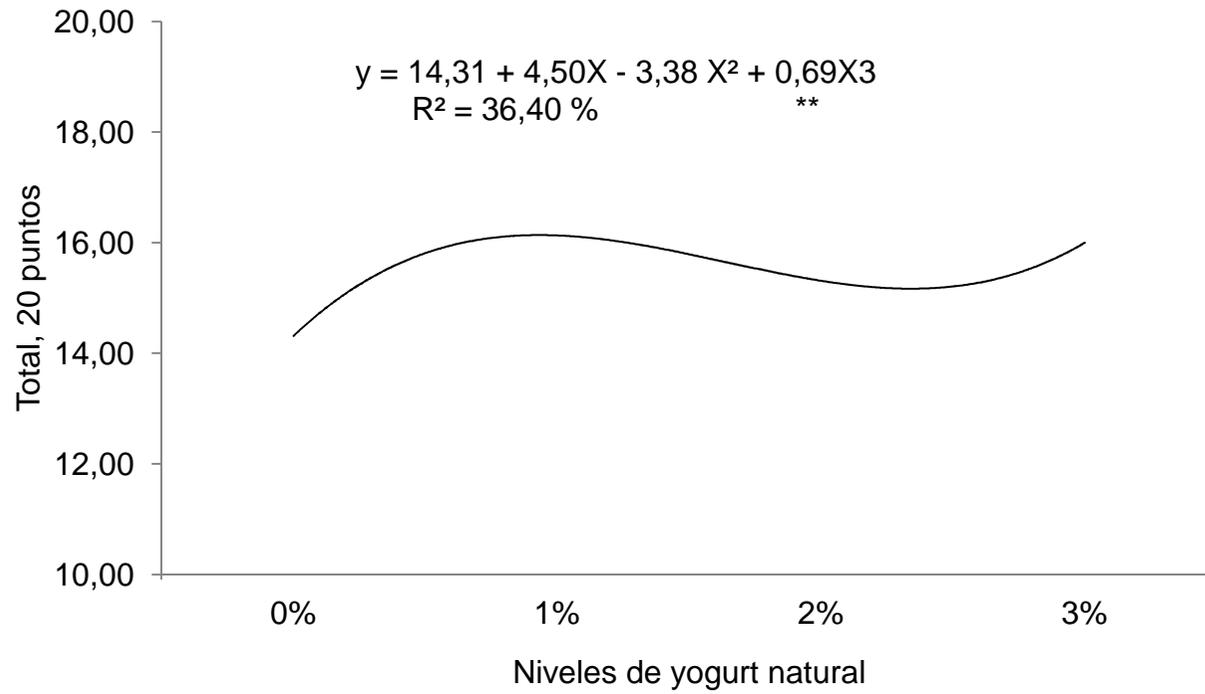


Gráfico 9. Comportamiento de análisis organoléptica total (sobre 20 puntos), del salami por efecto del empleo de diferentes niveles de yogurt natural.

## C. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICA

En el cuadro 11, se resume la calidad microbiológica de los salamis elaborados con diferentes niveles de yogurt natural.

### 1. Aerobios totales

La presencia de Aerobios totales en los salamis elaborados, no registraron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre las medias determinadas, por efecto de los niveles de yogur empleados, por cuanto las cantidades encontradas variaron entre  $1315 \pm 2,31$  y  $1489 \pm 5,71$  UFC/g, determinados en los salamis del grupo control y en los que se emplearon el 1% del yogur, respectivamente (gráfico 10), por lo que al parecer el yogur empleado por sus bacterias lácticas no aportó un medio favorable para el control de los microorganismos aerobios, sino que se pone de manifiesto lo señalado por Fuentes, A. (2010), quien señala que la finalidad principal del análisis microbiológico es reflejar la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima; por cuanto un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas; de la misma manera, un recuento elevado no significa presencia de flora patógena, por lo que en base a los resultados obtenidos, las cantidades determinadas se consideran bajas, ya que según Pose et al., (2004), en el recuento total de aerobios, se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras.

Cuadro 11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICAS DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.

Niveles de yogurt natural	Aerobios totales, UFC/g				Enterobacterias, UFC/g			<i>Escherichiacoli</i> , UFC/g	
	Media		D. est.		Media		D. est.		
0%	1315	±	2,31	a	1,22	±	0,21	a	Ausencia
1%	1489	±	5,71	a	1,93	±	0,30	a	Ausencia
2%	1450	±	5,36	a	1,71	±	0,21	a	Ausencia
3%	1422	±	3,71	a	1,45	±	0,24	a	Ausencia
Error estándar	1,027				0,060				
Prob.	0,896				0,399				

Fuente: Lliguilema, J. (2013).

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

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

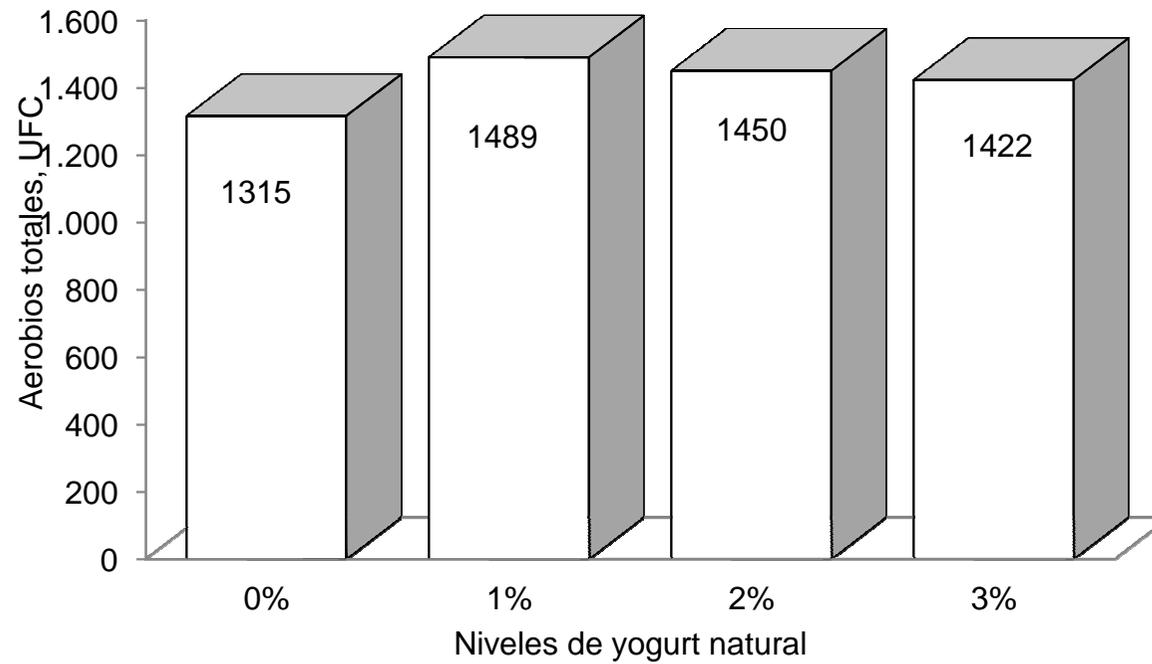


Gráfico 10. Presencia de Aerobios totales (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

## 2. Enterobacterias

Con relación al número de Enterobacterias las cantidades encontradas en los salamis fueron pequeñas y no presentan diferencias estadísticas entre sí ( $P > 0,05$ ), ya que se observaron entre  $1,22 \pm 0,21$  y  $1,93 \pm 0,30$  UFC/g en los salamis del grupo control y en los que se emplearon el 1% del yogur, respectivamente (gráfico 11), valores que son inferiores al nivel de referencia del INEN (2010), que se reporta en la Norma NTE INEN 1343:96, donde se indica que el máximo permitido de Enterobacterias en el salami es de  $1,0 \times 10^2$  UFC/g, lo que demuestra que las bacterias productoras de ácido láctico necesarias en la fermentación del salami provoca un descenso en el pH del producto creando condiciones desfavorables para la proliferación de otros microorganismos como las Enterobacterias y algunos patógenos (Rodríguez, V. 2011).

## 3. Escherichiacoli

Con respecto a la presencia de *Escherichiacoli*, el reporte de los resultados del laboratorio determinaron su ausencia en todas las muestras analizadas; por lo que se considera que este producto es apto para el consumo humano, debido a que se elaboraron bajo un estricto control sanitario y la presencia de aerobios totales pudo deberse a la calidad de la materia prima, la misma que se adquirió de los mercados locales, donde poco o nada hacen por tener un control sanitario adecuado para prevenir la contaminación microbiológica, pero que en todo caso al ser un producto fermentado mediante la producción indirecta de ácido láctico y el bajo pH que adquiere, la carga microbiana encontrada se considera baja y están dentro de los límites permisibles para no afectar la salud de los consumidores.

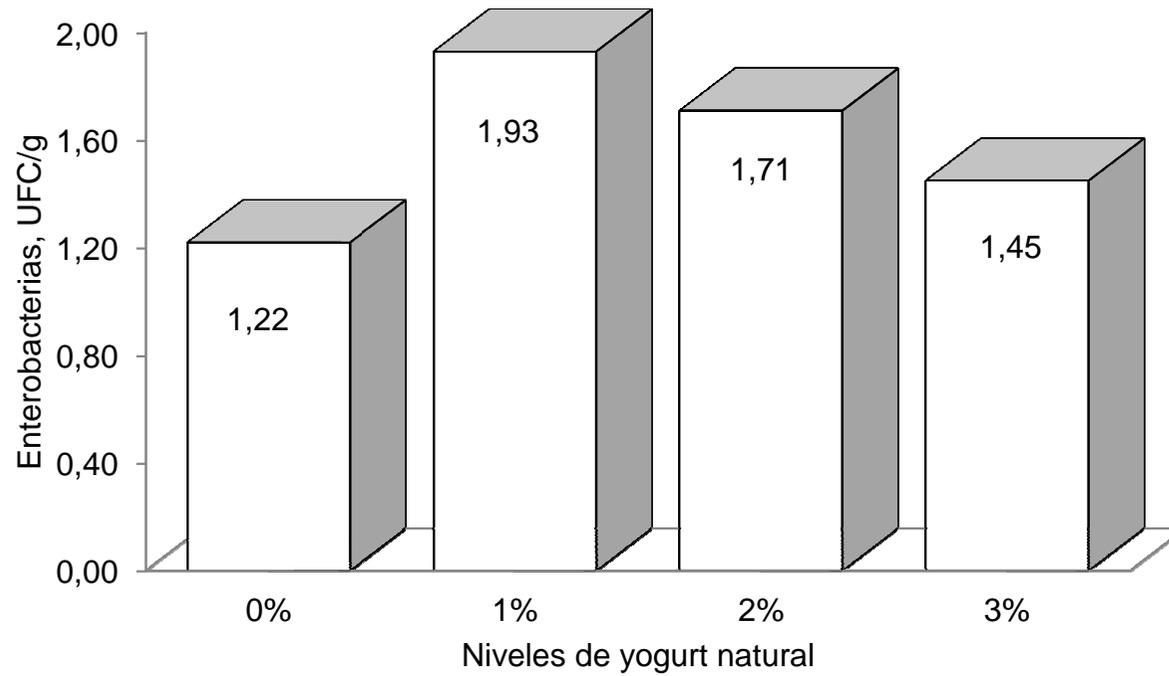


Gráfico 11. Presencia de Enterobacterias (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

## C. ANÁLISIS PRODUCTIVA

Los resultados del análisis productivo de la elaboración de salami se reportan en el cuadro 12, de los cuales los de mayor importancia son los pesos finales y la reducción de peso por efecto del proceso de maduración.

### 1. Pesos

Los pesos de los salamis por unidad experimental, al terminar el proceso de elaboración fueron entre 2,83 y 2,85 kg, para presentar luego del proceso de fermentación y maduración, que duró 90 días, pesos que no difirieron estadísticamente ( $P > 0,05$ ), aunque numéricamente se encontró que los salamis del grupo control y lo que se elaboraron con el 2% de yogurt presentaron menores pesos (1,57 y 1,58 kg, en su orden), que cuando se emplearon los niveles 1 y 3% , con los cuales se obtuvo las respuestas más altas, diferencias que aunque son pequeñas tienen un impacto considerable en la utilidad económica que se genera de esta actividad productiva.

### 2. Reducción de peso

Las pérdidas de peso de los salamis registradas en los salamis, no registran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), por efecto de los niveles de yogurt natural utilizados en su elaboración, por la reducción del peso entre 1,21 y 1,28 kg por unidad experimental, en los salamis elaborados con el nivel 3% de yogur y en los del grupo control, en su orden, reducciones de peso que porcentualmente serían en el orden del 42,68 y 44,94%, respectivamente, respuestas que denotan que cuando se emplea el yogur esta pérdida de peso numéricamente es menor que en los salamis del grupo control, y que puede deberse a las bacterias lácticas contenidas en el yogur, las mismas que facilitan la acumulación de ácido láctico y otros ácidos orgánicos, (Vázquez, S. et al. 2009). Si el pH se encuentra en la proximidad del punto isoeléctrico, el musculo cede la máxima cantidad de humedad, el embutido se seca entonces de forma óptima, ganando consistencia y capacidad de conservación, siendo normal, que durante la desecación, estos embutidos pierden alrededor del 30 al 40% de su peso inicial (Price, J. 2004).

Cuadro 12. ANÁLISIS PRODUCTIVO DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.

Parámetro	Niveles de yogurt natural				Error	
	0%	1%	2%	3%	estándar	Prob.
Peso inicial, kg	2,85 a	2,84 a	2,83 a	2,84 a	0,007	0,891
Peso final, kg	1,57 a	1,61 a	1,58 a	1,63 a	0,023	0,836
Pérdida de peso, kg	1,28 a	1,23 a	1,25 a	1,21 a	0,027	0,848
Reducción de peso, %	44,94 a	43,29 a	44,25 a	42,68 a	0,883	0,841

Fuente: Lliguilema, J. (2013).

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

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

## **E. ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis económico para determinar los costos de producción y la rentabilidad (dólares), de la elaboración de salami, se resume en el cuadro 13.

### **1. Costos de producción**

De acuerdo a los resultados reportados en el cuadro 13, se determinó que los menores costos de producción del salami se registraron con el empleo del 1 y el 3% del yogurt natural y que fueron de 9,27 y 9,10 dólares/kg, en su orden, en cambio que cuando se utilizó el 2% así con la formulación control, estos costos se elevaron, a 9,42 y 9,53 dólares/kg, respectivamente, por lo que de acuerdo a las respuestas anotadas, se considera beneficioso utilizar el 3% de yogur natural, en la elaboración de salami .

### **2. Beneficio/costo**

El análisis del indicador beneficio/costo (cuadro 13), determinó la mejor respuesta económica al utilizar el 3% de yogur en la elaboración de salami, por cuanto se alcanzó un beneficio/costo (B/C) de 1,21, que representa una utilidad de 21 centavos por cada dólar gastado, seguido por el empleo del nivel 1%, con un B/C de 1,19, mientras con el tratamiento control (sin yogurt) su B/C se redujo a 1,15, es decir se obtuvo una utilidad de apenas 15 centavos por dólar gastado, por lo que se puede recomendar utilizar en la elaboración de salami el 3% de yogur natural como acelerador de la fermentación y maduración, ya que a más de presentar bajos costos de producción, un incremento en el contenido de proteína y muy buena aceptación por parte de los consumidores, las rentabilidades alcanzadas son alentadoras, lo que hace de la industria cárnica una empresa prometedora, debido a las rentabilidades económicas altas que se alcanza, así como también permite proveer de alimentos innovadores altamente proteicos, lo cual puede solucionar en parte el déficit alimentario existente debido al crecimiento poblacional existente.

Cuadro 13. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SALAMI ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE YOGURT NATURAL.

Ingredientes.	Costo/unidad (dólares)	Niveles de yogurt natural			
		0,0%	1,0%	2,0%	3,0%
Carne de bovino, kg.	3,96	8,32	8,20	8,08	7,96
Grasa de cerdo, kg.	2,64	2,38	2,38	2,38	2,38
Yogurt natural, lt.	2,50	0,00	0,08	0,15	0,23
Sal, kg.	0,50	0,03	0,03	0,03	0,03
Curasol, kg.	16,00	0,10	0,10	0,10	0,10
Fosfatos, kg.	14,00	0,15	0,15	0,15	0,15
Pimienta blanca, kg.	3,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Ajo en polvo, kg.	4,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Coñac, lt.	25,00	0,70	0,70	0,70	0,70
Sazona todo, kg.	2,50	0,02	0,02	0,02	0,02
Tripa para embutir.	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Hilo.	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25
Uso de equipos.		2,00	2,00	2,00	2,00
<b>Egresos Totales, \$.</b>		<b>14,97</b>	<b>14,92</b>	<b>14,88</b>	<b>14,84</b>
Peso salami madurado/parada, kg.		1,57	1,61	1,58	1,63
Costo prod./kg de salami, \$.		9,53	9,27	9,42	9,10
Precio de venta, \$/kg.		11,00	11,00	11,00	11,00
<b>Ingresos totales, \$.</b>		<b>17,27</b>	<b>17,71</b>	<b>17,38</b>	<b>17,93</b>
<b>BENEFICIO/COSTO.</b>		<b>1,15</b>	<b>1,19</b>	<b>1,17</b>	<b>1,21</b>

Fuente: Lliguilema, J. (2013).

## V. CONCLUSIONES

- El empleo del yogurt natural debido al contenido de bacterias ácido lácticas que actúan como aceleradoras de la fermentación en la elaboración de salami, mejora el aporte proteico al utilizar 3% de yogurt natural.
- El 3% de yogurt presentó la mayor aceptabilidad por parte de los degustadores, alcanzando una calificación de Muy Buena de 16 sobre 20 puntos de referencia.
- Los análisis microbiológicos realizados en los productos terminados, indicaron la presencia de Aerobios totales y Enterobacterias en cantidades por debajo de las exigidas por las Normas INEN (2010), por cuanto los promedios determinados fueron de 1419 y 1,58 UFC/g, respectivamente, por lo que se considera que el salami es apto para el consumo humano.
- Con el empleo del 3% del yogurt natural en la elaboración de salami, se obtuvo una rentabilidad económica de 21%.

## VI. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos permiten realizar las siguientes recomendaciones:

- Elaborar salami empleando en su formulación el 3% de yogur natural, por cuanto, se incrementa el contenido proteico, mejora la aceptabilidad por parte de los degustadores, se disminuye los costos de producción y se eleva su rentabilidad económica.
- Replicar el presente trabajo, de la elaboración de salami con yogur natural, para realizar los resultados obtenidos con la utilización de cultivos starter (caldo de bacterias fermentadoras), para poder establecer la utilización del yogurt, puesto que el yogurt es considerado como un alimento probiótico, que puede contribuir con beneficios en la salud de los consumidores.
- Promover el consumo de salami elaborado con yogurt por ser un alimento proteico, libre de agentes patógenos debido a que posee beneficios, para la salud de los consumidores.

## VII. LITERATURA CITADA

1. APANGO, A. 2012. Elaboración de productos cárnicos. Sistema Integral de Servicios al Agro del Colegio de Postgraduados, México. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx>.
2. ARNAU, J. 2011. Problemas de los embutidos crudos curados. Girona, España. Disponible en <http://es.centa.cat>.
3. AXELSSON, L. 2008. Lactic acid bacteria: Classification and Physiology. En: Lactic acid bacterio. Microbiology and functional aspects. (Salminen, S. y Wright, A. von, eds.), 2nd edition. Edit. Marcel Dekker Inc. New York, USA. pp. 1 - 72.
4. AYCACHI, R. 2008, Aislamiento e identificación de *Clostridium perfringens*. Disponible en: <http://es.scribd.com>.
5. AZADNIA, P., ZAMANI, M., SHAH, G., KHALEGH, A., KARIMI, M. Y TAAROF, N. 2011. Isolation and identification of *thermophilic Lactobacillic* from traditional yoghurts of tribes of Kaserum. Journal of Animal and Veterinary Advances. 10(6). pp 774 - 776.
6. BARBOZA, J., VÁZQUEZ, H., SALCEDO, R Y BAUTISTA, M. 2004. Probióticos y conservadores naturales en alimentos. Tesis de grado. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, México. pp 32-38.
7. CARR, F., CHILL, D. AND MAIDA, N. 2002. The lactic acid bacteria: A literature survey. Critical Reviews in Microbiology. 28(4): pp 281 - 370.
8. CHILE, INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA. 2007. Salmonella. Disponible en: <http://www.ispch.cl>.
9. DALLA O.; COELHO F.; FREITAS J., DALLA H. Y TERRA N. 2008.

Características de salamis fermentados producidos sin la adición de cultivo iniciador. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx>.

10. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2012. Anuarios meteorológicos. Estación Agrometeorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
11. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2010. Carne y productos cárnicos. Salame. Requisitos. Norma NTE INEN 1343:96. Quito, Ecuador.
12. FREY, W. 2005. Fabricación fiable de embutidos. 2a ed. Zaragoza, España. Editorial Acribia. pp: 17– 22
13. FUENTES, A. 2010. Calidad sanitaria de alimentos disponibles al público de ciudad Obregón, Sonora, México. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora, México. Disponible en <http://www.respyn.uanl.mx>.
14. GARCÍA, I. 2010. Beneficios del yogurt. Disponible en <http://www.fitness.com.mx>.
15. HOLO, H., JEKNIC, Z., DAESCHEL, M., STEVANOVIC, S. AND NES, I. 2001. PlantarKin W from *Lactobacillus plantarum* belongs to a new family of two-peptide antibiotics. *Microbiology*. 147.pp 643 - 651.
16. <http://alimentos.org.es>. 2012. Información general acerca del salami.
17. <http://carnicos.wikispaces.com>. 2013. Elaboración de salame
18. <http://www.bedri.es>. 2013. Salami.
19. <http://www.cocinayvino.net>. 2012. El salami. Categoría: Especiales

20. <http://www.eufic.org>. 2012. Las bacterias ácido-lácticas y su uso en la alimentación.
21. <http://www.fao.org>. 2012. Grupos de productos cárnicos. División de Producción y Sanidad Animal de la FAO (AGA)
22. JAY, J. 2000. Modern food microbiology. 6n edition. Aspen publication, Gaithersburg. Maryland, USA.
23. LICATA, M. 2012. Ventajas del consumo de yogurt. Disponible en <http://www.zonadiet.com/bebidas/yogurt.htm>
24. LÜCKE, F. 2005. Indigenous lactic acid bacteria of various food commodities and factors affecting their growth and survival. En: Lactic acid bacteria: Current advances in metabolism, genetics and applications. (T.F. Bozoglu y B. Ray, eds.). Springer-Verlag, Germany. pp. 219-252.
25. MESSENS, W. Y DE VUYST, L. 2002. Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs-a review. International Journal of Food Microbiology. 72. pp 31 - 43.
26. MORALES, I. 2008. Vida útil de alimentos. Disponible en: <http://www.cita.ucr.ac.cr>.
27. MUTHUKUMARASAMY, P. Y HOLLEY, R. 2007. Survival of Escherichia coli O157:H7 in dry fermented sausages containing micro-encapsulated probiotic lactic acid bacteria. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com>.
28. NAVARRETE, O. 2012. Procesamiento de yogurt. Universidad Técnica de Manabí. Disponible en <http://www.sisman.utm.edu.ec>.
29. ORTIZ, M. 2008. Utilización de cuatro tipos de ahumado (frío, caliente,

- templado y líquido), en la conservación del salame. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 36-65.
30. OUWEHAND, A. 2008. Antimicrobial components from lactic acid bacteria. En: Lactic acid bacteria. Microbiology and functional aspects. (S. Salminen y A. Von Wright, eds.). 2<sup>a</sup> edición. . Marcel Dekker Inc. New York, USA. pp. 139 – 160.
  31. POSA, G.2004. Microflora autóctona de la superficie de embutidos secos fermentados. Disponible en: <http://www.alimentariaonline.com>.
  32. PRICE, J. 2004. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. 2a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp: 433 a 435.
  33. RAMÍREZ, J. 2011. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, México. Revista Fuente Año 2, No. 7, abril - junio 2011. ISSN 2007-0713
  34. RODRÍGUEZ, V. 2011. Efecto del empleo de microorganismos probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium animalis* spp. *lactis*) en la elaboración de un producto cárnico madurado tipo salami. Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Pp 15 -38.
  35. SALAZAR, D. 2008. Apuntes de la asignatura de Tecnología de cárnicos. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
  36. SÁNCHEZ. M. 2010. Productos cárnicos. Alimentos curados. Salamis. Ingredientes. Clasificación. Disponible en <http://www.productoscarnicos.com>.

37. SCHIFFNER, E. 2006. Elaboración casera de carne y embutidos. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp:83 – 128.
38. SCHNEIDER, R., FERNÁNDEZ, F., AGUILAR, M., GUERRERO, I., Y PONCE, E. 2006. Partial characterization of a class Ha pediocin produced by *Pediococcus parvulus* 133 strain isolated from meat (Mexican "chorizo"). Food Control. 17:909-915.
39. TROXLER, S. 2010. *Escherichiacoli*. Disponible en <http://www.ncagr.gov>.
40. VARNAM, A. Y SUTHERLAND, J. 2008. Carne y productos cárnicos. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp: 307 – 346
41. VÁZQUEZ, S., SUÁREZ, H. Y ZAPATA, S. 2009. Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. Revista Chilena de Nutrición N° 36. pp64 – 72.
42. VELASCO, L. 2010. Efecto de la adición de cultivos iniciadores en el perfil de textura de embutidos cárnicos madurados. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en <http://www.smbb.com.mx>.
43. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. sn. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 4-10.

## **ANEXOS**

## TEST DE VALORACIÓN ORGANOLEPTICO

Tipo: valoración

Juez N°: 3

Método: numérico

Nombre del Degustador: Rothman Jón

Producto: Salami Madurado

Fecha: 19-02-2013

Sesión:

Hora: 15:00

Repetición N° 3

Dando a conocer las escalas de valoración se anotarán de acuerdo al criterio del juez, los puntos convenidos en la tabla que se adjunta.

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN DEL JUEZ

Características	Muestras			
	TO	T1	T2	T3
Color	3			
Olor	4			
Textura	3			
Sabor	3			
Total				

CUADRO 2. EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS SOBRE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Calidad del producto	Puntos
Deficiente	0
Mala	1
Regular	2
Buena	3
Muy Buena	4
Excelente	5

# CETLAP

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

## REPORTE DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICO

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

SR. JOSE LLIGUILLEMA

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

SALAME CON ADICION DE YOGURT 2 DA REPETICION

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característico

Fecha de Recepción / *Date received*

20/02/2013

### REPORTE DE ANALISIS

Parámetro	Rch-1573	Rch-1574	Rch-1575	Rch-1576	VLP*	Norma
Aerobios Mesófilos UFC/g	1457	1895	1864	1679	5,0x10 <sup>5</sup>	NTE INEN 1529-5
Enterobacterias UFC/g	2	2	2	1	<10	NTE INEN 1529-7
Escherichia coli	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	<10	NTE INEN 1529-8

\* Valor Límite Permisible

Emitido el: 26 de Febrero de 2013

Ing. Lucia Silva Déley

RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIAS CON SU EMPRESA"

# CETLAP

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

## REPORTE DE RESULTADOS BROMATOLÓGICOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Sr, José Lligullema

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

SALAME, CON ADICIÓN DE YOGURT NATURAL REPETICION 3

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Fecha de Recepción / Date received

12-03-2013

### REPORTE DE ANALISIS

Descripción	Código	% Humedad	% Mat Seca	% Proteína	% Grasa	% Cenizas
Salami T0	Rch-1616	35.90	64.10	16.14	29.17	3.57
Salami T1	Rch-1617	38.28	61.72	16.61	29.33	3.88
Salami T2	Rch-1618	38.34	61.66	16.92	29.45	3.32
Salami T3	Rch-1619	38.96	61.05	17.07	29.47	3.73

Emitido el: 15 de Marzo de 2013

**CETLAP**  
CENTRO DE TRANSFERENCIA Y  
LABORATORIO AGROPECUARIO  
TELÉFONO: 0933565722

Ing. Lucía Silva

RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"

Anexo 3. Resumen de los resultados experimentales de la valoración nutritiva los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.

Niveles de Yogurt	Rept	Humedad (%)	M. Seca (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)
0%	1	39,90	60,10	16,53	28,45	3,23
0%	2	39,85	60,15	16,71	28,90	3,15
0%	3	35,90	64,10	16,14	29,17	3,57
0%	4	37,89	62,11	16,61	29,01	3,47
1%	1	39,79	60,21	16,69	28,09	3,16
1%	2	39,81	60,19	16,84	29,14	3,21
1%	3	38,28	61,72	16,61	29,33	3,88
1%	4	38,52	61,48	17,05	29,14	3,24
2%	1	39,77	60,23	17,23	28,14	3,35
2%	2	39,73	60,27	17,35	29,07	3,29
2%	3	38,34	61,66	16,92	29,45	3,32
2%	4	39,35	60,65	17,10	29,20	3,42
3%	1	39,75	60,25	17,40	28,06	3,41
3%	2	39,69	60,31	17,42	29,16	3,36
3%	3	38,96	61,04	17,07	29,47	3,73
3%	4	40,57	59,43	17,49	29,37	4,33

Anexo 4. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	38.3850	1.90278	0.95139	35.90	39.90
1 %	4	39.1000	0.81425	0.40712	38.28	39.81
2 %	4	39.2975	0.66580	0.33290	38.34	39.77
3 %	4	39.7425	0.65825	0.32912	38.96	40.57
Total	16	39.1313	1.13481	0.28370	35.90	40.57

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	3,837	3	1,279	0,991	0,430 ns
Error	15,480	12	1,290		
Total	19,317	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 2.90 %

Anexo 5. Análisis estadístico del contenido de materia seca (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	61.6150	1.90278	0.95139	60.10	64.10
1 %	4	60.9000	0.81425	0.40712	60.19	61.72
2 %	4	60.7025	0.66580	0.33290	60.23	61.66
3 %	4	60.2575	0.65825	0.32912	59.43	61.04
Total	16	60.8688	1.13481	0.28370	59.43	64.10

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	3,837	3	1,279	0,991	0,430 ns
Error	15,480	12	1,290		
Total	19,317	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 1.87 %

Anexo 6. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	16.4975	0.24945	0.12472	16.14	16.71
1 %	4	16.7975	0.19346	0.09673	16.61	17.05
2 %	4	17.1500	0.18421	0.09211	16.92	17.35
3 %	4	17.3450	0.18735	0.09367	17.07	17.49
Total	16	16.9475	0.38315	0.09579	16.14	17.49

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	1,696	3	0,565	13,406	0,000 **
Error	0,506	12	0,042		
Total	2,202	15			

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas (\*\*).

CV = 1.21 %

C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de yogurt	Nº obs.	Grupos homogéneos		
		C	B	A
0 %	4	16.4975		
1 %	4	16.7975	16.7975	
2 %	4		17.1500	17.1500
3 %	4			17.3450

Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de grasa (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	28.8825	0.30891	0.15445	28.45	29.17
1 %	4	28.9250	0.56383	0.28191	28.09	29.33
2 %	4	28.9650	0.57216	0.28608	28.14	29.45
3 %	4	29.0150	0.64964	0.32482	28.06	29.47
Total	16	28.9469	0.48487	0.12122	28.06	29.47

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,038	3	0,013	0,044	0,987 ns
Error	3,488	12	0,291		
Total	3,527	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 1.86 %

Anexo 8. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	3.3550	0.19757	0.09878	3.15	3.57
1 %	4	3.3725	0.33994	0.16997	3.16	3.88
2 %	4	3.3450	0.05568	0.02784	3.29	3.42
3 %	4	3.7075	0.44620	0.22310	3.36	4.33
Total	16	3.4450	0.30977	0.07744	3.15	4.33

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,369	3	0,123	1,379	0,296 ns
Error	1,070	12	0,089		
Total	1,439	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 8.66 %

Anexo 9. Resumen de los resultados experimentales de la valoración microbiológica de los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.

Niveles de yogurt	Rept	Aerobios, UFC/g		Enterobacterias, UFC/g		E. coli UFC/g
		Real	Raíz	Real	Raíz	
0%	1	1436	37,89	1	1,00	Ausencia
0%	2	1457	38,17	2	1,41	Ausencia
0%	3	1284	35,83	1	1,00	Ausencia
0%	4	1101	33,18	1	1,00	Ausencia
1%	1	1896	43,54	2	1,41	Ausencia
1%	2	1895	43,53	2	1,41	Ausencia
1%	3	1115	33,39	1	1,00	Ausencia
1%	4	1150	33,91	3	1,73	Ausencia
2%	1	1769	42,06	1	1,00	Ausencia
2%	2	1865	43,19	2	1,41	Ausencia
2%	3	1202	34,67	2	1,41	Ausencia
2%	4	1048	32,37	2	1,41	Ausencia
3%	1	1658	40,72	1	1,00	Ausencia
3%	2	1679	40,98	1	1,00	Ausencia
3%	3	1264	35,55	2	1,41	Ausencia
3%	4	1128	33,59	2	1,41	Ausencia

Raíz: Valores ajustados por medio de raíz cuadrada.

Anexo 10. Análisis estadístico de la presencia de aerobios totales (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles yogurt	Nº obs.	Media		Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
		Ajustada	Trasformada				
0 %	4	36.2675	1315,33	2.30767	1.15384	33.18	38.17
1 %	4	38.5925	1489,38	5.71106	2.85553	33.39	43.54
2 %	4	38.0725	1449,52	5.35987	2.67993	32.37	43.19
3 %	4	37.7100	1422,04	3.71452	1.85726	33.59	40.98
Total	16	37.6606	1418,32	4.10956	1.02739	32.37	43.54

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	11,925	3	3,975	0,198	0,896 ns
Error	241,402	12	20,117		
Total	253,327	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 11.91 %

Anexo 11. Análisis estadístico de la presencia de Enterobacterias (UFC/g), en el salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles yogurt	Nº obs.	Media		Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
		Ajustada	Trasformada				
0 %	4	1.1025	1,22	0.20500	0.10250	1.00	1.41
1 %	4	1.3875	1,93	0.29915	0.14958	1.00	1.73
2 %	4	1.3075	1,71	0.20500	0.10250	1.00	1.41
3 %	4	1.2050	1,45	0.23671	0.11836	1.00	1.41
Total	16	1.2506	1,56	0.24120	0.06030	1.00	1.73

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,184	3	0,061	1,068	0,399 ns
Error	0,689	12	0,057		
Total	0,873	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 19.09 %

Anexo 12. Resumen de los resultados experimentales de la valoración productiva de los salamis elaborados con diferentes niveles yogurt natural.

Niveles de Yogurt	Rept	P. inicial (kg)	P. Final (kg)	Reducción peso	
				(kg)	%
0%	1	2,825	1,460	1,365	48,319
0%	2	2,890	1,492	1,398	48,374
0%	3	2,867	1,628	1,239	43,216
0%	4	2,810	1,690	1,120	39,858
1%	1	2,853	1,425	1,428	50,053
1%	2	2,822	1,636	1,186	42,027
1%	3	2,856	1,656	1,200	42,017
1%	4	2,826	1,722	1,104	39,066
2%	1	2,835	1,526	1,309	46,173
2%	2	2,834	1,484	1,350	47,636
2%	3	2,836	1,622	1,214	42,807
2%	4	2,825	1,684	1,141	40,389
3%	1	2,890	1,554	1,336	46,228
3%	2	2,845	1,614	1,231	43,269
3%	3	2,815	1,640	1,175	41,741
3%	4	2,795	1,692	1,103	39,463

Anexo 13. Análisis estadístico de los pesos del salami recién obtenido (kg), con el empleo de diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	2.8480	0.03696	0.01848	2.81	2.89
1 %	4	2.8393	0.01773	0.00886	2.82	2.86
2 %	4	2.8325	0.00507	0.00253	2.83	2.84
3 %	4	2.8363	0.04131	0.02065	2.80	2.89
Total	16	2.8390	0.02678	0.00670	2.80	2.89

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,001	3	0,000	0,205	0,891 ns
Error	0,010	12	0,001		
Total	0,011	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 1.11 %

Anexo 14. Análisis estadístico de los pesos del salami madurado (kg) obtenido con el empleo de diferentes niveles de yogurt natural.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	1.5675	0.10943	0.05471	1.46	1.69
1 %	4	1.6098	0.12853	0.06427	1.43	1.72
2 %	4	1.5790	0.09075	0.04538	1.48	1.68
3 %	4	1.6250	0.05738	0.02869	1.55	1.69
Total	16	1.5953	0.09259	0.02315	1.43	1.72

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,009	3	0,003	0,284	0,836 ns
Error	0,120	12	0,010		
Total	0,129	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 6,27 %

Anexo 15. Análisis estadístico de la reducción de peso (kg), por efecto del proceso de maduración del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

#### A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	1.2805	0.12706	0.06353	1.12	1.40
1 %	4	1.2295	0.13894	0.06947	1.10	1.43
2 %	4	1.2535	0.09418	0.04709	1.14	1.35
3 %	4	1.2113	0.09829	0.04915	1.10	1.34
Total	16	1.2437	0.10732	0.02683	1.10	1.43

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,011	3	0,004	0,267	0,848 ns
Error	0,162	12	0,013		
Total	0,173	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 9.17 %

Anexo 16. Análisis estadístico de la reducción porcentual de peso (%), por efecto del proceso de maduración del salami elaborado con diferentes niveles de yogurt natural.

#### A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Niveles de yogurt	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
0 %	4	44.9418	4.16369	2.08184	39.86	48.37
1 %	4	43.2908	4.71862	2.35931	39.07	50.05
2 %	4	44.2513	3.27376	1.63688	40.39	47.64
3 %	4	42.6753	2.83819	1.41909	39.46	46.23
Total	16	43.7898	3.53316	0.88329	39.07	50.05

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	12,125	3	4,042	0,277	0,841 ns
Error	175,123	12	14,594		
Total	187,248	15			

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

CV = 8.72 %

Anexo 17. Análisis estadístico del color del salami (5 puntos) elaborado con diferentes niveles de yogur natural.

Tratam. =	4
Repetic. =	4
Bloques =	4
k =	4

Boque	tratamientos				Total
	T0	T1	T2	T3	
1	3,50	4,00	3,75	4,00	15,25
2	3,25	3,50	4,00	4,00	14,75
3	3,25	4,00	3,25	3,75	14,25
4	3,50	4,00	3,50	3,75	14,75
Total	13,50	15,50	14,50	15,50	59,00

Promedio	3,38	3,88	3,63	3,88
----------	------	------	------	------

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	15,25	14,75	14,25	14,75	59,00
Bt2	15,25	14,75	14,25	14,75	59,00
Bt3	15,25	14,75	14,25	14,75	59,00
Bt4	15,25	14,75	14,25	14,75	59,00

$$Q = (K * \text{Sum.tratam}) -$$

$$\text{Bt}_n \quad K \text{ constante}$$

(3 muestras)

	p			Q <sup>2</sup>	
Q1	4	13,50	59,0	Q1 = -5	25
Q2	4	15,50	59,0	Q2 = 3	9
Q3	4	14,50	59,0	Q3 = -1	1
Q4	4	15,50	59,0	Q4 = 3	9
				0,00	

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N \quad N = t * r$$

$$Ex = 59,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 3,688$$

$$t' 1 = 3,675$$

$$t' 2 = 3,708$$

$$t' 3 = 3,625$$

$$t' 4 = 3,708$$

Continuación Anexo 17  
 Calculo del factor de correccion (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 217,563$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,125$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,688$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,313$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,13	0,042	
Tratamientos (ajustados)	3	0,69	0,229	4,125
Error intrabloques	9	0,50	0,056	
Total	15	1,31		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 18. Análisis estadístico del olor del salami (5 puntos) elaborado con diferentes niveles de yogur natural.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 4  
 Bloques = 4  
 k = 4

Boque	tratamientos				Total
	T0	T1	T2	T3	
1	3,50	4,00	3,75	4,00	15,3
2	3,75	4,00	3,25	3,50	14,5
3	4,00	4,50	3,25	3,50	15,3
4	3,75	4,00	4,00	4,00	15,8
Total	15,0	16,5	14,3	15,0	60,75

Promedio 3,75 4,13 3,56 3,75

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria	
Bt1	15,25	14,50	15,25	15,75	60,75	
Bt2	15,25	14,50	15,25	15,75	60,75	
Bt3	15,25	14,50	15,25	15,75	60,75	
Bt4	15,25	14,50	15,25	15,75	60,75	
Q = (K * Sum.tratam) - Btn					K constante (3	
muestras)						Q <sup>2</sup>
Q1	4	15,0	60,8		Q1 = -0,75	0,5625
Q2	4	16,5	60,8		Q2 = 5,25	27,5625
Q3	4	14,3	60,8		Q3 = -3,75	14,0625
Q4	4	15,0	60,8		Q4 = -0,75	0,5625

La suma de Q debe ser igual a cero  
 calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 60,750$$

$$N = 16,000$$

$$m = 3,797$$

$$t' 1 = 3,714$$

$$t' 2 = 3,809$$

$$t' 3 = 3,780$$

$$t' 4 = 3,714$$

Continuación Anexo 18  
 Calculo del factor de correccion (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 230,660$$

Calculo del analisis de varianza

$$\begin{aligned} \text{Bloques} &= (b - 1) \\ \text{Tratam. Ajustados} &= (t - 1) \\ \text{Error intrablok} &= (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1] \end{aligned}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,19922$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,668$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,652$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,20	0,066	
Tratamientos (ajustados)	3	0,67	0,223	2,552
Error intrabloques	9	0,79	0,087	
Total	15	1,65		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{tab} \text{ al } 5\% = 4,90$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 19. Análisis estadístico de la textura del salami (5 puntos) elaborado con diferentes niveles de yogur natural.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 4  
 Bloques = 4  
 k = 4

Boque	tratamientos				Total
	T0	T1	T2	T3	
1	3,75	4,50	3,75	4,00	16,0
2	3,50	4,00	4,50	4,00	16,0
3	3,00	4,00	4,25	4,00	15,3
4	3,75	3,50	4,00	4,50	15,8
Total	14,0	16,0	16,5	16,5	63

Promedio 3,50 4,00 4,13 4,13

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria	
Bt1	16,00	16,00	15,25	15,75	63,00	
Bt2	16,00	16,00	15,25	15,75	63,00	
Bt3	16,00	16,00	15,25	15,75	63,00	
Bt4	16,00	16,00	15,25	15,75	63,00	
Q = (K * Sum.tratam) - Btn					K constante (3	
muestras)						Q <sup>2</sup>
Q1	4	14,0	63,0		Q1 = -7	49
Q2	4	16,0	63,0		Q2 = 1	1
Q3	4	16,5	63,0		Q3 = 3	9
Q4	4	16,5	63,0		Q4 = 3	9

La suma de Q debe ser igual a cero  
 calculo de t' para el ajuste de los  
 tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 63,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 3,938$$

$$t' 1 = 3,929$$

$$t' 2 = 4,000$$

$$t' 3 = 3,958$$

$$t' 4 = 3,958$$

Continuación Anexo 19  
 Calculo del factor de correccion  
 (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 248,063$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,09375$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 1,063$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 2,438$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,09	0,031	
Tratamientos (ajustados)	3	1,06	0,354	2,488
Error intrabloques	9	1,28	0,142	
Total	15	2,44		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 20. Análisis estadístico del sabor del salami (5 puntos) elaborado con diferentes niveles de yogur natural.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 4  
 Bloques = 4  
 k = 4

Boque	tratamientos				Total
	T0	T1	T2	T3	
1	3,75	4,25	3,50	4,50	16,0
2	3,50	3,75	4,50	4,25	16,0
3	3,75	4,25	3,75	4,25	16,0
4	3,75	4,25	4,25	4,00	16,3
Total	14,8	16,5	16,0	17,0	64,25

Promedio 3,69 4,13 4,00 4,25

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	16,00	16,00	16,00	16,25	64,25
Bt2	16,00	16,00	16,00	16,25	64,25
Bt3	16,00	16,00	16,00	16,25	64,25
Bt4	16,00	16,00	16,00	16,25	64,25
Q = (K * Sum.tratam) - Btn				K constante	
(3 muestras)					Q <sup>2</sup>
Q1	4	14,8	64,3	Q1 = -5,25	27,5625
Q2	4	16,5	64,3	Q2 = 1,75	3,0625
Q3	4	16,0	64,3	Q3 = -0,25	0,0625
Q4	4	17,0	64,3	Q4 = 3,75	14,0625

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + \frac{[(t-1)]}{(t*r(k-1))} \times Q$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 64,250  
 N = 16,000  
 m = 4,016  
 t' 1 = 4,004  
 t' 2 = 4,051  
 t' 3 = 3,766  
 t' 4 = 4,032

Continuación Anexo 20  
 Calculo del factor de correccion (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 258,004$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,0117188$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,699$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,684$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,01	0,004	
Tratamientos (ajustados)	3	0,70	0,233	2,157
Error intrabloques	9	0,97	0,108	
Total	15	1,68		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 21. Análisis estadístico de la valoración total del salami (20 puntos) elaborado con diferentes niveles de yogur natural.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 4  
 Bloques = 4  
 k = 4

Boque	tratamientos				Total
	T0	T1	T2	T3	
1	14,50	16,75	14,75	16,50	62,5
2	14,00	15,25	16,25	15,75	61,3
3	14,00	16,75	14,50	15,50	60,8
4	14,75	15,75	15,75	16,25	62,5
Total	57,3	64,5	61,3	64,0	247

Promedio 14,31 16,13 15,31 16,00

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	62,50	61,25	60,75	62,50	247,00
Bt2	62,50	61,25	60,75	62,50	247,00
Bt3	62,50	61,25	60,75	62,50	247,00
Bt4	62,50	61,25	60,75	62,50	247,00
Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante				
(3 muestras)					Q <sup>2</sup>
Q1	4	57,3	247,0	Q1 = -18	324
Q2	4	64,5	247,0	Q2 = 11	121
Q3	4	61,3	247,0	Q3 = -2	4
Q4	4	64,0	247,0	Q4 = 9	81

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 247,000  
 N = 16,000  
 m = 15,438  
 t' 1 = 15,434  
 t' 2 = 15,443  
 t' 3 = 15,406  
 t' 4 = 15,444

Continuación Anexo 21  
 Calculo del factor de correccion (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 3813,063$$

Calculo del analisis de varianza

$$\begin{aligned} \text{Bloques} &= (b - 1) \\ \text{Tratam. Ajustados} &= (t - 1) \\ \text{Error intrablok} &= (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1] \end{aligned}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,59375$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 8,281$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 13,063$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,59	0,198	
Tratamientos (ajustados)	3	8,28	2,760	5,933
Error intrabloques	9	4,19	0,465	
Total	15	13,06		

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& > F<sub>tab</sub>; por lo tanto existen diferencias estadísticas

Separacion de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Niveles de yogur	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
0%	4	14,3125	
2%	4	15,3125	15,3125
3%	4		16,0000
1%	4		16,1250