



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"Cuautitlán"



3
2ej

APLICACION DE *PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI* EN
LA ELABORACION DE UN EMBUTIDO TIPO SALAMI.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A N:

HUMBERTO BELLO HIDALGO
ISABEL BERENICE DURAN BOCARDO

DIRECTORA DE TESIS,
L. N. C. A. Adriana Llorente Bousquets



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

I. - Introducción.....	1
1.1. - Resumen.....	1
1.2. - Marco Referencial.....	3
1.3. - Objetivos.....	6
II. - Carne.....	7
2.1. - Estadísticas Socioeconómicas.....	7
2.2. - Aspectos Bioquímicos.....	20
2.3. - Embutidos.....	30
2.4. - Salami.....	37
2.4.1. - Características.....	37
2.4.2. - Normas.....	39
2.4.3. - Elaboración.....	44
2.4.3.1. - Diagrama de Bloques.....	46
2.4.3.2. - Descripción de Materias Primas... ..	47
III. - Cultivos Intencionales.....	52
3.1. - Cultivos.....	52
3.2. - <i>Lactobacillus acidilactici</i>	66
3.2.1. - Características de la cepa.....	66
3.2.2. - Preparación del Cultivo.....	71
3.2.3. - Determinación de concentración y forma de adición.....	73
IV. - Desarrollo Experimental.....	74
4.1. - Objetivos.....	74
4.2. - Cuadro Metodológico.....	75
4.3. - Diseño Experimental.....	76
V. - Métodos de Análisis.....	79
5.1. - Análisis Fisicoquímicos.....	79
5.2. - Análisis Microbiológicos.....	80
5.3. - Análisis Sensorial.....	80

VI. - Analisis de Resultados.....	81
VII. - Discusion de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones..	95
7.1. - Discusion de Resultados.....	95
7.2. - Conclusiones.....	108
7.3. - Recomendaciones.....	108
VIII. - Apéndices.....	109
8.1. - Formuaciones de Salami.....	109
8.2. - Tecnicas de Analisis.....	111
8.3. - Método de Analisis Estadístico.....	121
IX. - Bibliografía.....	124

I.-INTRODUCCION.

1.1. RESUMEN.

El uso de cultivos iniciadores en alimentos ha permitido estandarizar la calidad de los productos en que se aplican resaltando el desarrollo de las características sensoriales y un control sanitario al realizarse una fermentación-maduración controlada, bajo condiciones predeterminadas y en una cámara de maduración.

El trabajo realizado utiliza como cultivo iniciador al *Pediococcus acidilactici*. Para lo cual se efectúan modificaciones en la formulación de un embutido tipo salami, siendo estas en la concentración tanto de sal, azúcar, sal cura, así como la aplicación o no del microorganismo en estudio. Esto con el objetivo de establecer una comparación entre un lote inoculado y uno control, observando las características sensoriales, sanitarias y fisicoquímicas que proporciona el microorganismo.

Se analizan los cambios del producto a lo largo de la maduración con respecto al pH, el porcentaje de humedad, la concentración de nitritos, la cuenta total bacteriana, el color y el aroma desarrollados. El análisis se efectúa mediante la obtención de gráficas de seguimiento, apoyadas en un análisis estadístico ortogonal.

En los resultados se contempla que existe una recuperación del pH para el lote inoculado en menor tiempo, la cual se presenta en el lote control en un cincuenta por ciento más del tiempo. En cuanto al desarrollo de color y aroma, la calificación mínima del lote inoculado corresponde al valor máximo del lote control con lo que se corrobora lo establecido por diversos autores en investigaciones preliminares acerca del uso del *Pediococcus acidilactici* en la industria cárnica.

1.2. -Marco Referencial.

Debido a la necesidad del hombre de buscar diferentes formas para preservar sus alimentos se desarrolla la conservación de los mismos por diferentes métodos entre los cuales se observa: el secado, la pasteurización, la aplicación de frío, etc.. En las últimas décadas se ha dado una importancia primordial al alcanzar ciertas características de calidad estándar en los productos procesados, hablando de embutidos tenemos la utilización de nuevos ingredientes funcionales, así como el uso de microorganismos.

Actualmente, son pocos los países que realmente cuentan con una tecnología adecuada para elaborar embutidos madurados entre los que se encuentran Italia, Alemania, Hungría y Estados Unidos.

Industrialmente en México se desarrolla tecnología desde 1950 fecha a partir de la cual se crean proyectos para establecer reglamentos para la elaboración, el control de calidad y la inspección sanitaria de estos productos. Actualmente existen normas en la SECOFI y la Secretaría de Salud, pero no para todos los productos, y de los productos que carecen de una norma establecida se encuentra el salami fermentado o madurado.

La falta de normas y de vigilancia por parte de las autoridades así como de la carencia de responsabilidad por parte del industrial han provocado que muchas emparadoras y rastros no tengan las medidas higiénicas adecuadas, además de que sus productos salgan

al mercado sin control de calidad (16).

La carne es importante para la dieta humana por sus calidades proteínicas, y a medida que se desarrolla una sociedad la demanda de la carne aumenta. Recientemente la ganadería en México se ha sometido a un proceso dinámico de crecimiento por un aumento en la demanda lo cual hace que las actividades pecuarias industriales se desarrollen.

Hoy en día en México parte del consumo de carne es a base de productos elaborados como embutidos y salazones que conservan la carne y dan variedad a la dieta, se elaboran tanto a nivel industrial como casero (16).

Las actividades pecuarias en el proceso industrial van desde la compra venta de los animales vivos hasta su matanza, y la subsiguiente preparación, conservación y empaquetado de la carne. La carne de bovino y porcino principalmente se utiliza como materia prima en la fabricación de embutidos y carnes frías.

El salami es un producto cárnico madurado, en donde la maduración se efectúa a lo largo de varios días lo que hace posible que se puedan apreciar los cambios que sufre el producto en dicha maduración.

La maduración del salami se lleva a cabo por una fermentación acidoláctica lo cual da lugar a las características

propias del producto, a través de cambios en pH, color, humedad, etc.; esto se debe a la acción de microorganismos naturales o adicionados a la pasta del salami que actúan sobre esta.

Las actividades pecuarias constituyen un renglón básico en el sector primario de la economía, en el caso particular de México su contribución para formar el producto sectorial bruto ha sido significativa (12).

La importancia de lo anterior radica en que una gran parte de la población consume los productos de carne empacados; por lo que urge el establecimiento de normas, reglamentos y tecnología que permiten obtener productos sanos de buen valor nutritivo.

Existe el compromiso por parte de las compañías empacadoras de colaborar con SECOFI y DGN para la elaboración de las normas de cada producto de esta industria dando los estándares de calidad para tal efecto, así como el establecimiento de la pirámide de calidad.

1.3.- OBJETIVOS.

Objetivo General.

Evaluar la fermentación acidoláctica bajo condiciones controladas, en un embutido madurado, para seguir el desarrollo de las propiedades organolépticas y la calidad sanitaria, así como su influencia en la reducción en la concentración de nitritos y su acción sobre bacterias patógenas.

Objetivos Particulares.

1.- Establecer las condiciones óptimas para el crecimiento de bacterias del género *Pediococcus acidilactici* tanto en medio de cultivo como en el sistema del modelo a emplear.

2.- Emplear la técnica analítica para el seguimiento de la concentración de nitritos durante la maduración del embutido.

3.- Analizar el efecto de la adición de cultivos iniciadores en la concentración de nitritos durante la maduración del embutido.

4.- Realizar un seguimiento de la carga bacteriana, el ph, y el porcentaje de humedad del producto durante la fermentación, tanto con la adición de cultivos iniciadores, como sin ellos.

5.- Evaluar el desarrollo de las características organolépticas del embutido durante su maduración.

II. - CARNE.

2.1.-ESTADÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.

La producción en México para los ganados porcino y bovino fueron para el año de 1988 de 32 565 465 y 15 884 397 cabezas respectivamente, destacándose, en la producción de ganado bovino los estados de Veracruz, Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Michoacán; y en la producción de ganado porcino los estados de Jalisco, Michoacán, México, Chiapas y Veracruz. (Ver cuadro 1) (24).

El porcentaje de sacrificio de ganado vacuno y porcino se indican en la Figura 1. Sin embargo esto no quiere decir que toda la carne producida se destine para el mercado interno puesto que México ha sido la principal fuente de abastecimiento de ganado bovino en pie y como carne deshuesada para Estados Unidos (12).

El ganado sacrificado en los rastros municipales para el año de 1988 el consumo fue, para el ganado porcino de 3 007 798 cabezas pesando estas 579 413 ton. mientras que para el ganado bovino fue de 4 928 724 cabezas con un peso de 3 543 888 ton. (Ver cuadro 2.) (24).

En el mapa número 1 se encuentra la localización de los rastros en la República Mexicana, tanto municipales y particulares como Tipo Inspección Federal (12).

La carne en canal obtenida para el año de 1988 en la República Mexicana fue de 3 008 890 toneladas de las cuales 1 254 811 toneladas correspondieron al ganado bovino y 1 041 774 toneladas correspondieron al ganado porcino. En lo referente a aves la producción obtenida fue de 649 987 Ton. (26).

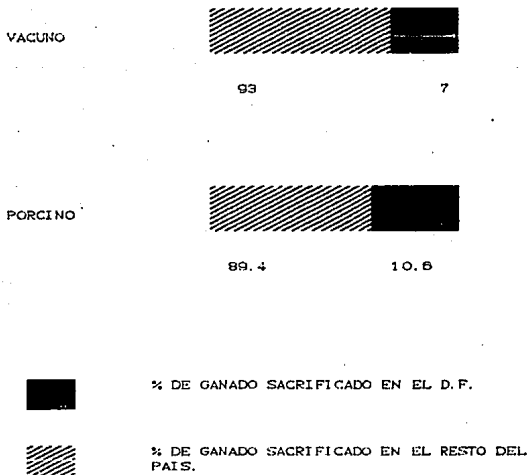
Durante el periodo correspondiente a los años de 1986 a 1991, se nota una disminución en la producción de carne en general, lo cual es más relevante en la de bovino, en cuanto a lo que respecta a la de cerdo existe una recuperación parcial para el porcentaje de 1990 a 1991. (Ver cuadro 3.) (42).

CUADRO 1. PRODUCCION DE GANADO EN MEXICO EN 1988.

ESTADO	CABEZAS DE GANADO.		CABEZAS DE
	BOVINO	PORCINO	
Aguascalientes	127 604	57 812	1 504 745
Baja California	199 696	83 011	551 049
Baja California Sur	168 007	23 082	308 193
Campeche	581 655	135 057	662 086
Cochuiila	719 786	121 767	3 266 872
Colima	285 036	87 218	466 032
Chiapas	2 922 915	1 209 664	2 187 490
Chihuahua	2 260 159	317 223	863 307
Distrito Federal	11 064	120 510	344 453
Durango	1 143 223	168 980	1 729 459
Guanajuato	836 457	788 410	13 659 483
Guerrero	1 039 225	678 323	3 395 631
Hidalgo	432 045	446 156	5 316 326
Jalisco	2 142 059	1 788 397	14 304 439
México	713 659	1 574 043	6 216 304
Michoacán	1 722 811	1 584 845	5 646 126
Morolos	200 492	152 159	3 394 269
Nayarit	684 995	104 865	2 859 291
Nuevo León	707 710	193 610	7 081 012
Oaxaca	1 465 256	918 267	1 118 191
Puebla	514 496	774 014	9 057 690
Queretaro	187 010	177 963	4 793 994
Quintana Roo	58 493	78 921	482 192
San Luis Potosí	1 198 488	170 979	2 768 972
Sinaloa	1 555 068	367 301	4 113 154
Sonora	1 720 766	1 086 920	3 368 602
Tabasco	1 744 117	430 659	8 147 051
Tamaulipas	1 059 447	198 998	1 811 582
Tlaxcala	88 421	222 382	1 102 641
Veracruz	3 950 694	1 162 910	8 754 051
Yucatán	651 071	310 781	3 599 072
Zacatecas	1 309 954	367 153	594 370

ANUARIO ESTADÍSTICO DE LOS E. U. M. INEGI. 1990. MEXICO.

FIGURA 1.
SACRIFICIO DE GANADO EN MEXICO.



DESARROLLO AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS ALIMENTARIOS
BASICOS. SARH, 1976. MEXICO.

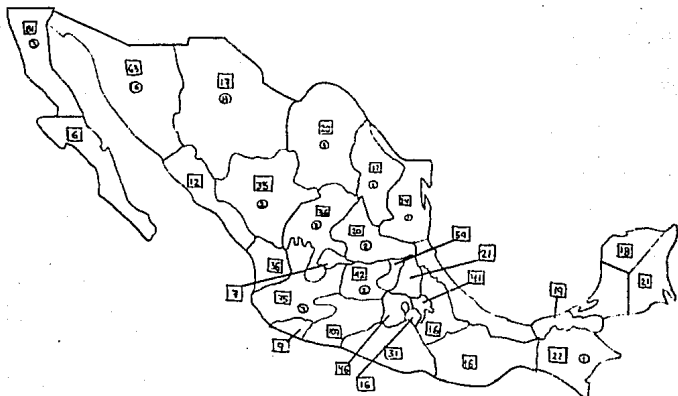
CUADRO 2. GANADO SACRIFICADO EN RASTROS MUNICIPALES EN 1988.

ESTADO	GANADO BOVINO		GANADO PORCINO	
	CABEZAS	PESOS(TON)	CABEZAS	PESOS(TON)
Aguascalientes	71 671	52 902	38 977	7 514.1
Baja California	29 342	20 326	63 791	14 410.1
Baja California Sur	8 461	6 623	26 245	4 305.4
Campeche	35 360	27 573	12 003	2 393.7
Coahuila	95 914	54 058	89 260	15 347.4
Colima	62 334	42 051	27 198	5 467.8
Chiapas	75 747	53 780	81 230	18 319.4
Chihuahua	46 262	33 586	126 457	22 901.4
Distrito Federal	445 196	356 157	218 064	39 254.5
Durango	13 479	10 331	34 449	6 538.4
Guanajuato	99 223	225 314	169 098	29 541.4
Guerrero	148 852	94 668	54 232	8 883.2
Hidalgo	104 920	77 805	36 072	7 522.5
Jalisco	622 775	436 565	253 702	50 268.4
México	798 005	598 504	289 588	51 456.2
Michoacán	228 981	188 685	165 882	33 043.7
Morelos	102 417	71 837	42 415	8 596.0
Nayarit	51 125	34 700	42 855	7 584.3
Nuevo León	150 290	122 816	108 347	22 914.8
Oaxaca	128 538	96 787	45 756	9 197.0
Puebla	328 635	232 016	65 224	13 605.7
Querétaro	79 108	58 925	36 959	7 125.7
Quintana Roo	48 419	40 427	17 759	3 416.8
San Luis Potosí	88 037	56 573	72 603	14 338.3
Sinaloa	110 333	57 594	159 201	26 300.0
Sonora	73 621	49 252	124 734	22 928.1
Tabasco	60 926	44 045	165 833	34 809.3
Tamaulipas	74 349	44 809	125 434	26 516.8
Tlaxcala	20 699	14 588	8 131	1 812.2
Veracruz	273 215	203 432	216 654	46 249.4
Yucatán	204 411	128 397	42 882	8 152.4
Zacatecas	47 259	27 943	48 775	8 861.6

ANUARIO ESTADISTICO DE LOS E. U. M. INEGI. 1990. MEXICO.

MAPA 1.

LOCALIZACIÓN DE RASTROS EN LA REPUBLICA MEXICANA.



□ RASTROS MUNICIPALES Y PARTICULARES.

TOTAL EN LA REPUBLICA MEXICANA = 878.

○ RASTROS T. I. F.

TOTAL EN LA REPUBLICA MEXICANA = 40.

FUENTE: S. S. A. Y SARH.

CUADRO 3. PRODUCCION NACIONAL DE CARNE 1986-1991.

CONCEPTO	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Carne (miles ton.)	2 942	2 917	2 795	2 571	2 682	2 680
Bovinos	1 248	1 263	1 217	1 162	1 114	935
Porcinos	959	915	861	728	757	904
Variación %	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	
Carne (miles ton.)	-0.85	-4.18	-08.37	4.72	-00.07	
Bovinos	2.00	-4.40	-04.52	-4.13	-16.07	
Porcinos	-4.59	-5.90	-15.68	4.27	19.42	

BOLETIN DE INFORMACION BASICA DEL SECTOR AGROPECUARIO. SARH, 1991.
MEXICO.

INDUSTRIA PROCESADORA DE CARNE

La producción nacional de embutidos y carnes frías se concentra básicamente en once estados donde se encuentran las empresas más importantes (Ver Mapa 2.). Estos son: el Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Chihuahua, Coahuila, Sonora y Baja California, que contribuyen con cerca del 90 % de la oferta total. El número de establecimientos que componen esta rama, sin considerar la industria de tipo casera muestra un crecimiento continuo (12).

Uno de los productos que ocupa el primer lugar en orden de importancia es el de los embutidos, ya que ofrecen mayores posibilidades de bajar el precio al consumidor en el momento mismo en que se reduce el contenido de carne; dejando fuera la manteca, el jamón es el segundo producto en importancia con respecto al consumo. Puede considerarse como el de más alta calidad y de lujo. Otras carnes frías, normalmente productos de alta calidad, al igual que el jamón, no muestran una tendencia ascendente, con respecto a ventas. Este escenario indica que el consumo de productos derivados de la carne pueda aumentarse sólo si al mismo tiempo se incrementa los ingresos reales. Para las clases de menores ingresos las alternativas se dan a través del desarrollo de embutidos con un contenido bajo en carne de res y de cerdo (12).

Las plantas elaboradoras de embutidos y carnes frías utilizan como materia prima principal carne y lardo, de res y de equino y

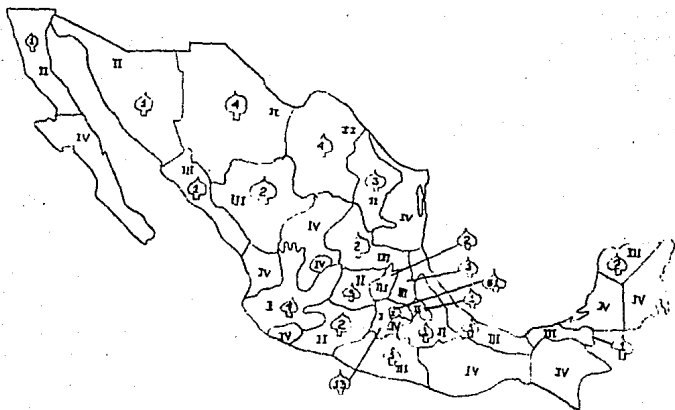
otros insumos no cárnicos, de acuerdo al producto. En consecuencia, su valor depende de la proporción y calidad de los diferentes insumos empleados. Mientras que parte de los productos se vende a precios elevados y son adquiridos por los consumidores de alto ingreso, también hay en el mercado artículos que tienen un valor más reducido, accesible a los consumidores de menor ingreso (12).

En los establecimientos llamados obradores se cortan las canales de cerdo, se fraccionan de modo especial para entregarlas a los carniceros y a las plantas elaboradoras de carnes frías y embutidos. De las masas musculares se producen los jamones y entrecots cocidos y ahumados. La pulpa residual se usa en embutidos como en salchichas, salchichones, pasteles, salami y chorizos (12).


En la gráfica 1 se muestra la tendencia de la producción de carnes frías en México, en la cual se nota que la producción de embutidos es la más elevada, pero en cuanto al incremento general fue superior en las carnes enlatadas (12).

MAPA 2.

LÓCALIZACION DE FABRICAS DE EMBUTIDOS Y CARNES FRIAS.



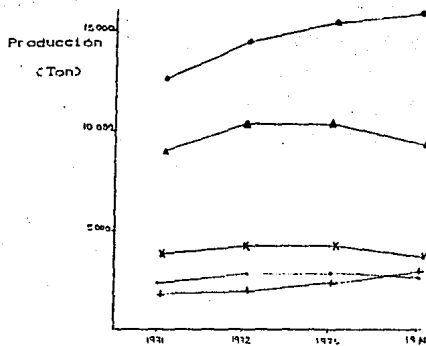
SIMBOLOGIA

-  FABRICAS DE EMBUTIDOS POR ENTIDAD FEDERATIVA.
- I GRANDES PRODUCTORES.
- II MEDIANOS PRODUCTORES.
- III PEQUEÑOS PRODUCTORES.
- IV SIN PRODUCCION O RELATIVA PRODUCCION CASERA.

FUENTE: S. S. A. Y S. F. P.

GRAFICA 1.

TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE CARNES FRIAS EN MEXICO.



- ——— ● CARNES EMBUTIDAS.
- ▲ ——— ▲ JAMONES.
- × ——— × POCINO.
- ——— ○ CARNES ENLATADAS.
- △ ——— △ OTRAS CARNES FRIAS.

FUENTE: SECOFI.

CUADRO 4. VOLUMENES DE PRODUCCION 1991.

PRODUCTO		MARZO	FEBRERO	MARZO
		1990	1991	1991
Carne de res	Ton.	338	284	232
canal.	Mill. \$.	2 135	2 239	1 817
Carne de res	Ton.	585	277	292
deshuesada.	Mill. \$.	4 198	2 303	2 717
Carne de cerdo.	Ton.	2 700	1 959	1 792
	Mill. \$.	14 713	12 788	12 108
Aves	Ton.	5 514	6 301	6 488
	Mill. \$.	24 551	29 318	29 919
Carnes frías.				
Jamón	Ton.	4 130	4 585	4 078
	Mill. \$.	40 629	58 434	51 994
Tocino	Ton.	524	442	485
	Mill. \$.	4 762	5 387	5 985
Otros	Mill. \$.	8 895	8 105	5 515
Embutidos				
Salchicha	Ton.	4 771	4 927	6 380
	Mill. \$.	24 008	27 905	35 421
Longaniza	Ton.	555	617	600
y Chorizo	Mill. \$.	3 921	5 412	5 130
Otros	Mill. \$.	6 494	8 023	7 629

ENCUESTA MENSUAL. INEGI. 1991. MEXICO.

Para la carne, tanto de res como de cerdo, existe un decremento en el volumen de la producción y en el valor de esta para el mes de marzo de 1991 con respecto al año anterior. Esto se refleja sobremanera en los decrementos del 31.4, 50.1 y 33.6 % obtenidos para los volúmenes de producción de carne de res en canal, carne de res deshuesada y carne de cerdo respectivamente (25).

Con lo que respecta a la relación de marzo de 1991 con

febrero del mismo año hay un decremento en la producción del 18.3 y del 3.6 % en volumen para carne de res en canal y carne de cordero respectivamente. Se destaca que la producción en volumen de aves muestra un crecimiento del 17.6 % de marzo de 1991 con respecto a marzo del año anterior, y un crecimiento del 2.9 % para marzo con relación a febrero de 1991 (25).

Las carnes frías muestran, en general, un decremento en la producción que va del 1.3 % para jamón hasta un 7.4 % para tocino en la relación de 1990 a 1991.

Para los embutidos se presenta un crecimiento tanto en volumen de producción como en el valor de esta para la relación de 1990 a 1991 destacándose el volumen de jamón que crece 33.7 %, el volumen para chorizo y longaniza que crece 8.1 %, y el valor para otros embutidos que crece 17.5 % (Ver cuadro 4.) (25).

2.2.- ASPECTOS BIOQUIMICOS.

La carne se deriva de un tejido sumamente especializado, que funciona como soporte y como medio de locomoción del esqueleto del animal, aportando la energía necesaria para realizar dicho movimiento. Este tejido, denominado muscular, es contráctil, característica singular que lo distingue. A fin de comprender la importancia del músculo en el procesamiento de la carne, es necesario conocer su composición, y tener conceptos básicos de anatomía y fisiología muscular, incluyendo el fenómeno llamado rigor mortis (41).

COMPOSICION

En términos generales puede decirse que la carne contiene aproximadamente 75 % de agua, 18 % proteína, 3.5 % de sustancias no proteicas solubles y 3% de grasa (29).

El agua juega un papel muy importante en el procesamiento de carnes debido a que, tanto en productos emulsionados como en el caso de ciertas carnes curadas, es necesario añadir agua o salmuera. La pérdida de agua puede ser perjudicial en cuanto a rendimientos pero es necesaria en el caso de productos cárnicos deshidratados (41).

En la tabla 1 se detalla la distribución del 18 % de proteína que contiene el músculo entre los diversos elementos estructurales de la fibra muscular. Los principales aminoácidos presentes en el músculo fresco son α -alanina, lisina, ácido glutámico y histidina (29).

Las proteínas del músculo pueden clasificarse en :

1. - Solubles en agua o soluciones salinas diluidas (proteínas sarcoplásmicas).
2. - Solubles en soluciones salinas concentradas (proteínas miofibrilares).
3. - Insolubles en soluciones salinas concentradas, al menos a baja temperatura (proteínas del tejido conjuntivo) (20).

Cada grupo de proteínas posee propiedades diferentes, mismas que inciden en la manufactura de los productos cárnicos de manera característica (41).

La miosina es la más abundante de las proteínas miofibrilares y esta constituida por dos tipos de subunidades; la trompomiosina tiene una composición similar en aminoácidos a la miosina. La otra proteína principal de la miofibrilla es la actina que existe en dos formas la F-actina y G-actina (20).

Las fibras musculares o miofibrillas son el componente de mayor tamaño y el más abundante del músculo. Están conformadas por las proteínas contractiles y son endocelulares. Gracias a ellas el músculo viviente es capaz de contraerse. Generalmente, las materias primas cárnicas más caras son aquellas que contienen proteína miofibrilar en abundancia, pues dichas proteínas ejercen una función importantísima en el procesamiento de carnes. Por tanto, una buena parte de la tecnología carnica gira en torno a estas proteínas (41).

Las proteínas sarcoplásmicas son endocelulares e hidrosolubles. Constituyen la masa fluida que baña a las miofibrilla, proporcionándoles energía y capacidad de sintetizar proteína y haciendo posible la eliminación de ciertos desechos metabólicos. Estas proteínas se encuentran en el fluido que se desprende de la carne durante el proceso de descongelación. Existe una gran variedad de proteínas sarcoplásmicas en el músculo, todas ellas en pequeñísimas cantidades. La mioglobina es una de las proteínas sarcoplásmicas muy importantes, ya que se asocia al color de los productos cárnicos. La porción hemo de la mioglobina tiene un sitio activo en el que se liga diferentes componentes tales como el oxígeno y el óxido nítrico, que imparten diferentes colores a la carne (41).

Las proteínas del tejido conjuntivo transmiten al esqueleto el movimiento que genera la contracción de las proteínas miofibrilares. En virtud de ello, son muy duras y resistentes. En el músculo, dentro de este grupo de proteínas predomina el colágeno, que también se encuentra en la piel, los ligamentos y tendones (41).

En la célula muscular se encuentra el núcleo, las mitocondrias, el retículo endoplásmico y gránulos de colágeno. La célula muscular esta rodeada de tejido conjuntivo que contiene colágeno. El tejido conjuntivo que rodea a cada célula se conoce con el nombre de endomisio. Las células musculares se agrupan en forma de haces rodeadas de tejido conjuntivo que recibe el nombre de perimisio, siendo esto más grueso que el endomisio. El epimisio se torna muy denso en el punto donde el músculo se une al hueso, convirtiéndose en

tendón. El endomisio, el perimisio y el tendón epimisio constituyen una red continua de tejido conjuntivo que transmite la contracción muscular al hueso, causandose así el movimiento del esqueleto. Aunque la mayoría de los depósitos grasos están fuera del músculo, algunos se encuentran en el epimisio y el perimisio (41).

RIGOR MORTIS.

El rigor mortis es el proceso de endurecimiento posterior a la muerte. A menudo se considera que este proceso es el punto en que el tejido muscular se convierte en carne. Sin embargo, y a medida que cada día se usan más carnes que no han alcanzado el rigor mortis (pre-rigor), parece lógico referirse al rigor mortis como el cambio en propiedades de la carne (41).

Uno de los cambios que ocurre en el desarrollo del rigor mortis es la caída del pH. En el músculo vivo el pH oscila alrededor de 7, pero durante el desarrollo del rigor mortis, el pH baja a valores entre 5.3 y 5.6. Esta caída disminuye la capacidad de retención de la carne. Dado que, en la fabricación de embutidos, es conveniente disponer de una capacidad de retención de humedad elevada, el uso de carnes pre-rigor es cada día mayor. El problema principal de la carne pre-rigor es que el rigor mortis se desarrolla muy pronto después del sacrificio. El rigor mortis se desarrolla entre las 8 y 12 horas en el vacuno; entre las 2 y 6 horas en el cerdo y, entre 1 y 2 horas en aves, post mortem en todos los casos. Por lo tanto, las carnes en pre-rigor que se utilizan en la fabricación de embutidos deberían usarse antes de que transcurra una hora después del

sacrificio, y a un pH de 8 a mayor (41).

La aparición del rigor mortis se halla relacionado con la desaparición del ATP del músculo. En ausencia de ATP la actina y la miosina se combinan para formar cadenas rígidas de actiomiosina. La pérdida de extensibilidad debida a la formación de actiomiosina discurre lentamente al principio (periodo de demora), luego con más rapidez (fase rápida) y, finalmente, la extensibilidad permanece constante a un nivel bajo (29).

Los tipos de rigor mortis pueden clasificarse como sigue:

1.- Rigor ácido: caracterizado por un largo periodo de demora y una corta fase rápida. A temperatura corporal el endurecimiento viene acompañado por retracción. Es tipo de rigor se presenta en las carnes que se destinan para embutidos fermentados.

2.- Rigor alcalino: caracterizado por la rápida aparición del endurecimiento y por marcada retracción, incluso a temperatura ambiente. La carne que presenta este tipo de rigor se utiliza en embutidos finamente picados.

3.- Tipo intermedio: caracterizado por el acortamiento del periodo de demora, pero no de la fase rápida; se produce cierta retracción (29).

Las diferencias entre los músculos se deben a la influencia de un gran número de factores intrínsecos relacionados con su función. De estos los más importantes son la especie, la raza, el sexo, la edad, la localización anatómica del músculo, el entrenamiento

o ejercicio, el plano de nutrición y la variabilidad interanimal. Además diversos factores extrínsecos modifican la conducta del músculo en el periodo post mortem y durante el almacenamiento e industrialización y, por tanto, su composición como carne. Estos son el alimento, la fatiga, el miedo, la manipulación previa al sacrificio y las condiciones ambientales durante el sacrificio, el periodo post mortem y el subsiguiente almacenamiento (26).

EMULSIONES CARNICAS

Las emulsiones carnicas o pastas son sistemas bifásicos heterogéneos que consisten de una dispersión de sólidos en un medio líquido. La fase líquida es la solución de sal y proteína en la que se encuentran dispersas las proteínas insolubles, partículas de carne y tejido conjuntivo. En vista de que las sustancias insolubles son más abundantes que la cantidad de proteína solubilizada, la fase líquida se asemeja más a una masa ligosa que mejor podría describirse como una matriz proteica. La fase sólida consiste de partículas grasas que, generalmente, son más pequeñas que las del tejido adiposo. Las partículas de grasa están recubiertas por la matriz proteica y se mantienen separadas una de la otra. Dado que la grasa y el agua no se mezclan, son las proteínas miofibrilares solubilizadas que recubren cada partícula de grasa las que mantienen la separación aludida (41).

Durante el picado de la carne dependiendo del grado de finura del producto final, se daña una cantidad creciente de células de grasa. Consecuentemente más y más grasa se encuentra libre. Puesto que la grasa no armoniza con el agua tiende a separarse a menos que se

encuentre perfectamente unida. La ligazón de la grasa se realiza mediante las proteínas de la carne. Muchas proteínas actúan como emulsificantes puesto que las moléculas de las proteínas contienen diferentes grupos químicos. Algunos de ellos son atraídos fuertemente por el agua, los llamados grupos hidrofílicos y otras partes de la proteína repelen el agua denominándoseles grupos hidrofóbicos. Si las proteínas solubles se ponen en contacto con el agua y el aceite como grasa, los grupos hidrofílicos se acercan al lado acuoso mientras que los grupos hidrofóbicos son atraídos por la fase grasosa con el efecto de protegerse contra el agua denominándoseles grupos lipofílicos. Debido a este mecanismo las partículas de grasa pequeñas que se producen durante el picado quedan rodeadas por una capa de proteína la cual estabiliza al sistema de proteínas de la carne-agua-grasa (41).

Básicamente las dos fracciones proteicas principales de la carne, las proteínas del sarcoplasma y las proteínas miofibrilares solubilizadas son capaces de producir esta emulsión. Sin embargo la actividad y la habilidad de emulsificación de las proteínas miofibrilares es mayor haciendo estas el trabajo de emulsificación. Las proteínas miofibrilares son absorbidas preferencialmente a la interfase grasa-agua. Sin embargo, cuando las proteínas miofibrilares entran a la interfase grasa-agua, esto causa una alteración de la estructura de la proteína y produce una pérdida de su capacidad de absorción de agua. Se inicia una red organizada que mejora la estabilidad y la estructura del embutido final. Así, la misma proteína de la carne, por ejemplo, la fracción miofibrilar es la principal responsable tanto de la retención del agua como de la grasa.

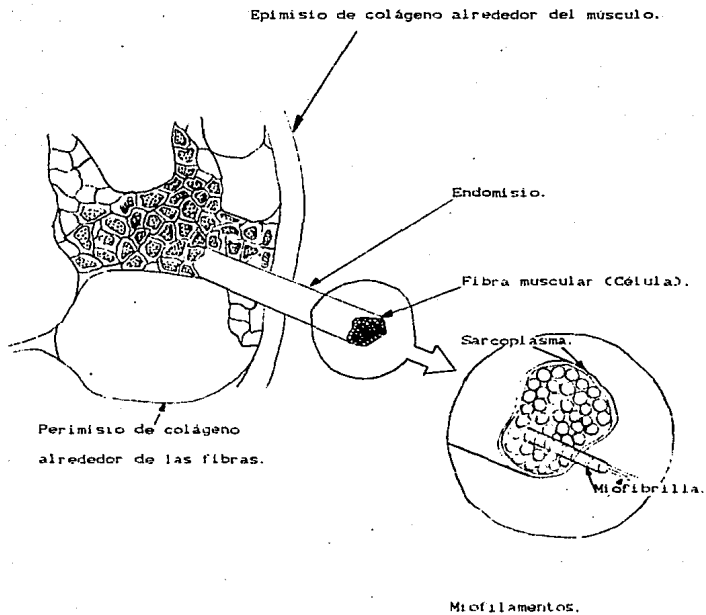
Utilizada como emulsificante esta fracción proteínica es parcialmente consumida por la grasa y pierde su capacidad de ligar agua (41).

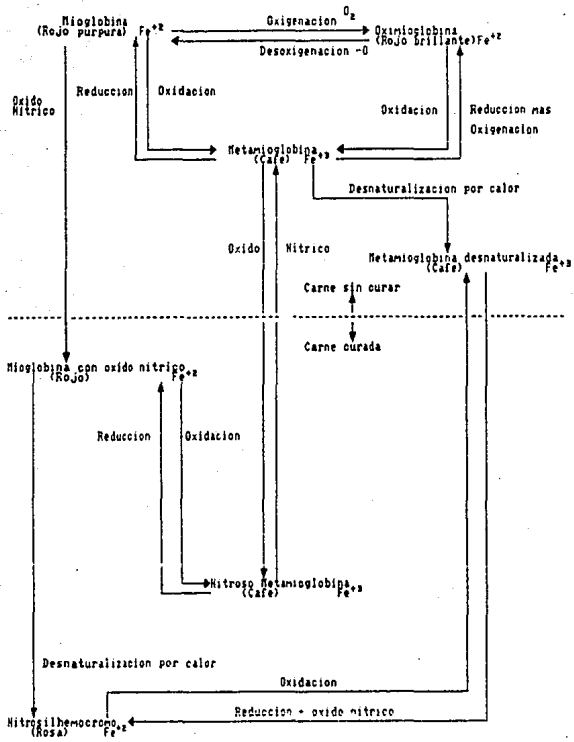
TABLA 1. Composición química de un músculo tipo de mamífero adulto después del rigor mortis y antes de que ocurra cambios degradativos postmortem (% de peso húmedo).

Agua		75.500 %
Proteína		18.000 %
Miofibrilar	miosina, tropomiosina	7.500 %
	actina	2.500 %
	miogeno, globulinas	5.600 %
Sarcoplásmica	mioglobina	0.360 %
	hemoglobina	0.040 %
Mitocondria	citocromo C	0.002 %
Sarcoplásmica	colágeno, elastina,	
Reticulo sarcoplásmico	reticulina, enzimas	2.000 %
Tejido conectivo	insolubles	
Grasa		3.000 %
Sustancias no proteicas solubles:		3.500 %

FIGURA 2.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA ESTRUCTURA DE UN CORTE DE CARNE.





CAMBIOS EN MIOGLOBINA DURANTE EL PROCESAMIENTO DE CARNE

2.3.- EMBUTIDOS.

Los productos cárnicos procesados se definen como aquellos en los que se han modificado las propiedades de la carne fresca mediante el empleo de una o más técnicas, tales como picado o triturado, adición de condimentos, modificación del color o tratamiento térmico. Entre los productos cárnicos procesados típicos se incluyen el jamón curado, tocino, entrecot y una variedad casi interminable de embutidos. Muchos de estos productos, antes de alcanzar su forma final sufren una combinación de varios procesos básicos. Puesto que son cientos los productos cárnicos procesados, cada uno de los cuales presenta sus propias características, resulta imposible estudiar completamente todos aquellos procedimientos seguidos para su elaboración. Sin embargo la mayoría de ellos sufren una serie de etapas de procesado básico (21, 23).

Cada producto presenta características específicas y métodos de elaboración propios, sin embargo pueden ser clasificados de diversas maneras con base en ciertos aspectos de su preparación final.

Una primera clasificación es en productos picados y productos sin picar. Entre los productos no picados se incluyen los jamones y el tocino. La industria cárnica se refiere en general a estos productos como carnes ahumadas. Su característica es que se preparan a partir de cortes completos e intactos de carne; comúnmente se curan, se condimentan, se tratan térmicamente y se ahuman, y a menudo, se moldean (21).

Los productos picados implican la subdivisión de la carne cruda, de forma tal que el producto final esta formado por pequeñas porciones de carne. La mayoría de los productos picados se incluyen entre los embutidos (Para esta clasificación los embutidos son productos cárnicos picados y condimentados que pueden haber sido también curados, ahumados, moldeados y tratados térmicamente.). El grado de picado varia mucho. Algunos embutidos de picado grueso, como por ejemplo, los salamis y el queso de puerco. En otros embutidos la carne puede estar tan finamente triturada que la masa del embutido es una masa viscosa con muchas características de emulsión, de estos embutidos llamados emulsificados se conocen las salchichas de Frankfurt y la mortadela Bolognesa. De acuerdo con los métodos de procesado utilizados, los embutidos pueden agruparse en una de las siguientes seis categorías:

- 1.- Frescos como queso de puerco.
- 2.- Crudo y ahumado como embutido italiano de cerdo.
- 3.- Cocido y ahumado como salchichas de Frankfurt.
- 4.- Cocidos como pathé.
- 5.- Secos o fermentados como cervelata.
- 6.- Especialidades carnicas cocidas como panes de carne (21).

Otra clasificación de los productos cárnicos los divide en pastas y cortes. Las pastas son mezclas y emulsiones embutidas o no mientras que los cortes son las piezas identificables sometidas a procesos de conservación. A su vez las pastas pueden clasificarse como se observa en el cuadro siguiente:

I.- Embutidos	Crudos	{ Pastosos	ej. Pathé
		{ Blandos	Chorizo
		{ Duros	Salami
	Escaldados	{ Salchichas	Viena
		{ Salchichitas	Cocktail
		{ Salchichones	Salami cocido
	Cocidos	{ De sangre	Morcilla
		{ De hígado	Pathé
		{ De fécula	

II.- Pasteles.- Fiambres de composición y de consistencia variable .

Ej.- Pastel pimiento.

SANZ, C. Enciclopedia de la Carne. ESPASA-CALPE, España, 1967.

Una tercera clasificación se basa en que los embutidos son fabricados en general a partir de carnes más o menos picadas, vísceras, grasa, sal y especias, además de muchos otros componentes ocasionales o adicionales. La pasta resultante es embutida en tripas o en botes y se presentan al consumidor tanto crudos como cocidos y/o ahumados. A partir de lo anterior los embutidos se dividirán en crudos, escaldados y cocidos (6).

Los embutidos crudos se elaboran a partir de carne de musculatura esquelética cruda, grasa, sal y especias. (Representantes típicos de esta clase de embutidos son salchichones, salami, corvelata, etc.). Tras el relleno de las tripas se someten a desecación y

ahumado. La formación de los aromas específicos deseados a lo largo de la maduración es debido a la presencia de microorganismos de los géneros Lactobacillus, también juega un papel importante el enrojecimiento característico del curado. La disminución del pH por formación de ácido láctico conduce a la pérdida de agua; esta pérdida de agua por evaporación resulta en la obtención de productos más firmes al corte (6).

Los embutidos cocidos son preparados a partir de materiales que han sido previamente cocidos. Representantes típicos de esta clase de productos son las pastas de hígado, morcillas, fiambres gelatinosos, etc.. Tras el relleno de las tripas vuelven a ser tratados por el calor, bien con agua o aire caliente (6).

Los embutidos escaldados se elaboran siempre con adición de agua. Representantes típicos son las salchichas tipo Frankfurt o Viena y las mortadelas. El picado de la carne simultánea con la adición de agua se lleva a cabo en la máquina cortadora o cutter. Cuando la carne utilizada está caliente o no ha sido previamente salazonada su capacidad para la retención de agua suele ser incrementada con la ayuda de determinados aditivos tecnológicos tales como fosfatos, lactato, acetato, tartrato o citrato. El efecto de imbibición producido por estas sales es debido a la elevación del pH de la masa y a la formación de cationes bivalentes. La temperatura a la que se desarrolla el picado de la carne debe ser mantenida baja (Adición de hielo o agua helada), puesto que el incremento de la misma provoca una disminución de la capacidad de retención de agua. Hasta un valor

de la relación grasa/proteína de 2.8/1 la retención de agua aumenta con el incremento del contenido de grasa, puesto que la concentración de sal también aumenta. Tras el picado de la carne, habitualmente se ahuma en caliente y se escalfa a 80°C. Por coagulación del gel proteico embebido en agua se consigue así la característica textura de estos embutidos (6).

Definiendo a los principales productos cárnicos y/o embutidos existentes en el mercado se tiene lo siguiente:

1.- Jamón.- es el producto alimenticio preparado con la pierna trasera del cerdo, recortada en forma especial de acuerdo con el molde utilizado, curada, cocida, o ahumada cuando ello se requiere y finalmente empacada o enlatada (6).

2.- Espaldilla.- es el producto alimenticio preparado con la pierna delantera del cerdo y sometida al tratamiento del jamón (6).

3.- Tocino.- es el producto obtenido de la panza del cerdo, recortada en forma rectangular, fresco o salado, ahumado o no, recortado a juicio de la empacadora (6).

4 - Entrecot ahumado.- es el producto obtenido del lomo de cerdo cortado a lo largo y por mitad, con el hueso del costillar y sin la cabeza del lomo. Salado por el proceso de inyección de salmuera y ahumado posteriormente (6).

5.- Mortadela.- es el producto obtenido de la mezcla de la carne de res, carne de cerdo y grasa de cerdo, salada, sometida a proceso de curación, molida, embutida cocida y ahumada (6). Una formula para este embutido tendria carne de ternera en 50 %, carne magra de cerdo 30 %, tocino 20 %, sal, sal nitrificante, azúcar, pimienta,

cardamono, jengibre, pistachos, caldo de carne en polvo y tendría que ahumarse en dos ocasiones, la primera muy caliente y la segunda en frío (23).

6.- Pastel de carne.- es el producto obtenido de una mezcla a base de carne y grasa de cerdo, y carne de res, picadas, saladas, curadas y molidas, agregandole el ingrediente específico que determina el nombre del producto (Pastel de pollo, de lengua, etc.) (6).

7.- Salami .- es el producto preparado con la mezcla de carne de res, ternera y grasa de cerdo, curada, embutida y ahumada (6). Un salami tipo italiano se preparará con carne de vacuno 84 %, tocino 16 %, sal, azúcar, sal nitrificante, jengibre, clavo (23).

8.- Salchichas.- es el producto preparado con carne de res y cerdo, sin chile y aderezado con sales y especias, condimentadas al estilo de la región de origen (6). La salchicha tipo Viena se prepara con carne de ternera 49 %, carne magra de cerdo 19.5 %, tocino 29 %, sal y sal nitrificante 2 %, azúcar 0.2 %, pimienta blanca 0.2 %, macis 0.03 %; embutiendo y atando en ristras, ahumando en caliente (23).

9.- Morcilla.- es el embutido cocido obtenido por la mezcla de sangre de res o cerdo, con lardo de cerdo, carne de cerdo, molida y adicionada de sal, especias y cebolla, ocasionalmente arroz, embutida en tripa de cerdo, amarrada en los extremos en porciones de 50 a 60 cm. de largo y cocida a 90°C por 45 min (9).

10.- Queso de puerco.- es el producto obtenido por cocimiento de las partes blandas de la cabeza de cerdo, condimentadas con hierbas de olor, ajo, especias y sal (9).

11.- Pathé de hígado de cerdo.- es el producto obtenido por la mezcla de partes iguales de hígado de cerdo molido y lardo de cerdo

adicionado de sal, especias, cocido y embutida (9). Una formulación para este producto tendria higado de cerdo en 50 %, tocino 50 %, sal, champiñones, macis, jengibre, pimienta blanca, chalotas (23).

2.4.- SALAMI.

2.4.1.- CARACTERÍSTICAS.

Dentro de los embutidos duros se encuentra el Salchichón, se produce en casi todos los países europeos y se considera el rey de los embutidos.

El verdadero salchichón llamado también salami (Nombre italiano.) en muchos países se prepara con carne de cerdo exclusivamente, sin embargo hay mezclas con carne de vacuno preferentemente de reses magras adultas, lo cual hace que la pasta sea firme y homogénea.

Los embutidos fermentados como el salami madurado se caracterizan por su fuerte sabor que ha resultado de la fermentación con la acumulación de ácido láctico y otros productos (41). El hecho de ser un producto cárnico madurado le confiere al salami ciertas ventajas como las siguientes:

1.- Puede permanecer sin refrigeración aún en lugares en que las condiciones climatológicas sean desfavorables.

2.- Se transporta más fácilmente al no ser requerida una refrigeración estricta (16).

3.- Las reacciones bioquímicas y los cambios físicos que se llevan a cabo en el producto le dan a este características deseadas para una larga vida de anaquel y un cuidado adecuado de la calidad de la carne.

El salami, como ya se mencionó, es un embutido muy estimado en el mercado y que se produce en muchos países, teniendo en todos un tipo característico que concentra toda la fama. En el salami interviene carne de cerdo e inclusive carne de res magra, pero siempre en la pasta se mezcla tocino duro en la proporción del 20 %, excepto que la carne de cerdo se encuentre muy grasa en cuyo caso se rebaja la proporción.

La preparación de la pasta reclama mucha atención hay diferentes métodos para prepararla, sin embargo cuando el picadillo de carne adquiere la debida consistencia se mezcla con el tocino y sus condimentos característicos; se amasa ya sea mecánicamente o a mano y posteriormente se embute cuidando que no exista aire atrapado. Tanto las artesas, mesas, como manos de los obreros que han de contactar con la pasta del salchichón deben estar muy secas ya que la humedad estropea la pasta.

El salami se presenta embutido en tripa cular de cerdo, que es la forma típica; en el trozo del pequeño colon llamado semicular y en la tripa delgada de vacuno. Terminada la operación de embutir a los salamis se atan cuidadosamente revisandolos para evitar la formación de bolsas de aire. Los salamis se cuelgan verticalmente a poca distancia unos de otros y posteriormente pasan al cuarto de maduración (23, 30, 42).

2.4.2.- NORMAS.

Según la Codificación Sanitaria Mexicana en el Reglamento de Carnes Frías Comestibles, Capítulo III, Artículo 21 el salami es un producto considerado dentro de las carnes frías y por definición :

Salami.- es la mezcla de carne de ternera o de res con grasa maciza de cerdo, especias y sal común pudiendo contener o no carne de cerdo, embutida la mezcla, cocida y ahumada.

Salami Tipo Milano.- es el producto elaborado de carne fresca de cerdo, grasa de cerdo, carne de res y adicionado todo de especias, sal, azúcar, nitratos y nitritos, embutida, cocinado o no y secado parcialmente.

En el Artículo 22 la misma Codificación indica que las carnes frías deberán estar exentas de gérmenes patógenos; asimismo en su Artículo 23 prohíbe la venta al público de carnes frías que presenten signos de alteraciones o descomposiciones tales como rancidez, decoloración, coloración extraña, crecimiento de hongos y otros.

El Artículo 25 indica los productos naturales y sustancias que podrán ser añadidas durante el proceso de elaboración de carnes frías, siendo estas: sal común, sacarosa, glucosa, humo de madera, vino, especias; los colorantes, saborizadores y conservadores autorizados por la Secretaría de Salud, pero el contenido de nitrito de sodio de los productos terminados deberá ser menor de 200 ppm.

El Artículo 26 de esta Codificación menciona que en la

elaboración de productos embutidos como salchichas, salchichones y otros similares se permite el empleo de cereales, harinas, vegetales y leche en polvo o mezcla de estos, siempre que los materiales señalados no excedan en conjunto del 10 % del producto terminado. En caso de que el contenido de los productos anteriormente señalados sea mayor del 5 %, deberá indicarse en la etiqueta.

El Artículo 27 de esta Codificación indica que la carne que se emplee en la elaboración de carnes frías, deberá provenir de animales que no padezcan alguna o algunas de las enfermedades que de acuerdo con el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos los inhabilite como alimentos, y que hayan sido sacrificados en los establecimientos autorizados para tal objetivo (11).

En la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial no existe una norma establecida para el Salami Crudo Madurado por lo que la única norma encontrada es la Norma Oficial de Calidad para el Salami Cocido (NOM-F-142-1970).

Según esta norma en la elaboración del salami debe emplearse carnes en buen estado sanitario y durante el proceso de elaboración se deben cumplir estrictamente los requisitos sanitarios establecidos.

Para los efectos de esta norma, se entiendo por salami cocido el producto alimenticio preparado con la mezcla de carne de res, ternera, carne y grasa de cordero, curada, embutida y ahumada. El curado y preparación de la carne se efectúa con una mezcla de cloruro de

sodio, nitritos, nitratos, fosfatos, condimentos, saborizadores y conservadores, enfriando la carne antes de curada, de 0^oa 7^oC. por tiempo variable a criterio del productor. El cocimiento se debe efectuar en condiciones de tiempo y temperatura, variable a juicio del productor en tal forma que se logre un cocimiento completo, siendo la temperatura mínima de 50^oC. Para el ahumado del salami, se debe emplear maderas cuya clase queda a juicio del productor, así como también las condiciones de tiempo y temperatura.

Para los efectos de esta norma el salami es de un solo grado de calidad, y debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Especificaciones	Mínimo %	Máximo %
Humedad	----	60
Grasa	----	25
Proteína	15	----
Nitritos	----	200 ppm

El Salami Cocido debe estar exento de microorganismos patógenos, siendo el número de colonias de hongos y levaduras no mayor a 20 por gramo.

De las características organolépticas esta norma indica lo siguiente:

- a) El color interior del producto es el característico.

b) El olor debe ser agradable, no debe presentar signos de rancidez o algún olor extraño.

c) El sabor debe ser agradable y no debe tener ningún sabor extraño al producto.

d) El aspecto exterior del producto es el característico y no debe presentar defectos (32).

En el Proyecto de Normas Microbiológicas y Químicas para el Control de Agua, Bebidas y Alimentos de la Secretaría de Salud se menciona la definición para Salami y las normas fisicoquímicas y microbiológicas:

a) Salami.- es el embutido seco elaborado a partir de la mezcla de carne magra cruda de bovino, cerdo y tocino picado o en trocitos, adicionado de especias, condimentos y curado de sales de nitrógeno, embutido en tripas naturales o artificiales o en esófago de vejiga de bovino, según sea su tipo, sometida a desecación adecuada presentandose en cuerpos cilindricos de diferentes tamaños.

b) Salami Tipo Milano.- es el salami con grasa de lardo y carne de partículas de 2 a 4 mm de diámetro.

NORMA MICROBIOLÓGICA

Mesofílicos aerobios

máximo 500 000 col/g.

Salmonella

negativa en 20 g.

NORMA FISIQUIMICA

Humedad	máxima de 29 %
Proteínas	mínimas de 24 %
Grasa	máxima de 42 %
Conizas	máxima de 5 % (17).

2.4.3.- ELABORACION

2.4.3.1.- DIAGRAMAS DE BLOQUES Y FLUJO.

La elaboración del salami incluye las siguientes operaciones:

1.- Recepción de la materia prima y pesado.

2.- Acondicionamiento, troceado, lavado, desgrase y pesado.- La carne es troceada en fragmentos de 5 a 10 cm. y separada de los tendones. Así mismo se le separa la mayor cantidad de grasa posible y se cuida que no tenga impurezas extrañas. La carne y el lardo son pesados a fin de efectuar los balances correspondientes para la formulación.

3.- Congelado de la carne.- Se efectúa a -4°C manteniéndose dicha temperatura durante 72 horas. se congela tanto las carnes de res y de cerdo como el lardo a utilizar.

4.- Molienda en cutter.- Los trocitos de carne se pican en una cutter teniendo el orden siguiente: carne de res, carne de cerdo y lardo.

5.- Mezclado.- Se agregan en el siguiente orden la sal, la sal cura, las especias y el vino tinto, así como la cepa del cultivo iniciador; se mantiene la pasta en movimiento a fin de facilitar el ligado de la pasta. El tiempo de preparación transcurre entre 10-15 min..

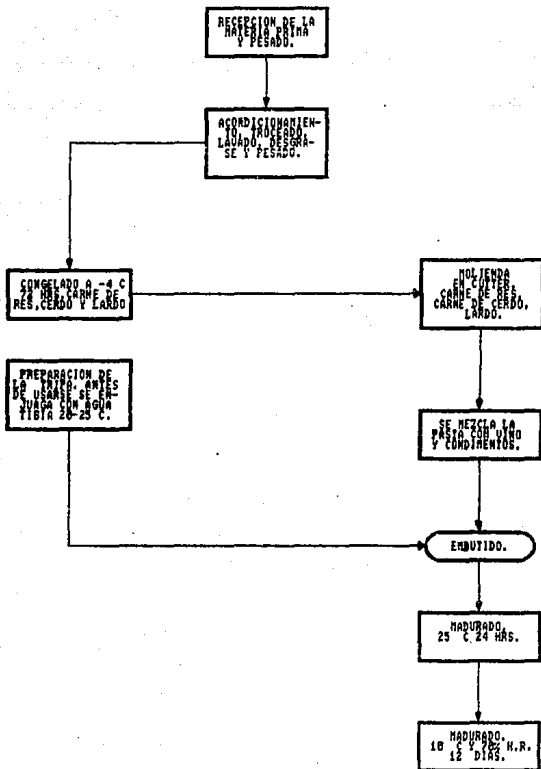
6.- Preparación de la tripa.- la tripa antes de usarse se enjuaga con agua entre $20-25^{\circ}\text{C}$ durante una hora a fin de desalarla. La tripa natural se adapta al embudo de la embutidora.

7.- Embutido.- Con la pasta se forman pelotas que se

comprimen bien para sacar el aire englobado. Se introducen las pelotas en la tolva de la embutidora. Se empieza a rellenar la tripa a la cual previamente se le hizo un nudo en un extremo. Cuidando que no existan bolsas de aire la tripa se llena a todo su volumen tras lo que es amarrada por el otro extremo.

8.- Madurado.- Los salamis se cuelgan en un cuarto a una temperatura de 25 °C durante 24 horas y posteriormente se pasan a un cuarto con una temperatura entre 10-12 °C y una H.R. del 70 % donde permanecerán durante aproximadamente doce días

2.4.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES Y DE FLUJO.



2.4.3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS.

a) Carne

La carne de res y de cerdo son el principal componente para la elaboración de salami, es un buen alimento por que contiene proteínas de buena calidad. Tiene un aminograma completo excepto en el tejido conectivo, es fuente de vitamina C, vitamina B, vitaminas liposolubles y fósforo, hierro y carbohidratos (29).

Aunque se utilizan varios tipos de carne para embutidos en el caso del salami madurado debe utilizarse carne de animales adultos, ya que como se trata de un embutido crudo, esto ayuda a una mejor trabazón del producto además de que la carne de res proporcionará el color característico de estos embutidos. La carne utilizada se debe madurar de 2 a 4 días bajo refrigeración a una temperatura de -4° a 4° C (29).

b) Grasa

Forma parte de la carne, químicamente son ésteres de ácidos grasos saturados unidos a un glicerol. Solo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

La grasa de los productos carnicos tiene poca capacidad de conservación y pierde calidad y valor nutritivo con el tiempo, sobreviniendo cambios en su aroma y sabor. Estas modificaciones pueden obedecer a degradación por intervención microbiana o por influencia de tipo químico, en colaboración con el

oxígeno, el calor y la luz. Para evitar estas alteraciones se utilizan especias esterilizadas y con actividad antioxidante. La grasa en los embutidos sirve para dar sabor y añade la consistencia deseada, para su uso no debe presentar señales de enranciamiento o coloraciones extrañas (21, 22).

c) Especias

Son partes de ciertas plantas en estado natural desecadas y/u objeto de elaboración mecánica que por su sabor o aroma sazonan y dan sabor a los alimentos para el consumo humano. Asimismo ejercen actividad bacteriostática o bactericida, operando sobre los sistemas oxidoreductores de las células bacterianas. Los aceites etéreos de las especias muestran actividad frente a bacterias, mohos o levaduras o bien se comportan como antioxidantes; parece ser que las especias toman de la grasa el oxígeno necesario para formar radicales, desarrollando su actividad antioxidante (22).

d) Saborizantes.

Comunican determinados sabores y olores a los alimentos que se adicionan, unos refuerzan los sabores propios de los alimentos mientras que otros le transmiten el suyo (22).

Esta categoría de ingredientes no cárnicos engloba un gran número y variedad de diferentes aditivos. Al mismo tiempo este es un grupo muy importante a considerar en las características de un producto. Muchos compuestos en este grupo contribuyen con algo más que el sabor ya que incluyen cosas tales como

inhibición bacteriana y funciones antioxidantes y de color (41).

Los endulzantes se agregan a las mezclas de carne para lograr efectos de sabor aunque frecuentemente estas sustancias pueden tener otras contribuciones tales como fuente de energía. La sacarosa es un edulcorante utilizado (41).

Incluiremos en este grupo los cultivos iniciadores debido a que son contribuyentes del sabor aún cuando su principal función es disminuir el pH del producto. El ácido láctico producido por los cultivos iniciadores crea el sabor característico ácido de los productos fermentados, pero algunos iniciadores también producen varios subproductos iniciadores, que son sápidos y contribuyen al sabor global del producto. Otros organismos pueden modificar a la grasa de un producto para posteriormente contribuir a dar impresiones del sabor (41).

La sal tiene una función obvia la cual ha sido uno de los factores limitantes en reducir los niveles de sodio el sabor es debido en principio al ión sodio por lo que no son factibles los sustitutos completos de la sal. este ingrediente presenta una influencia sobre los procesos fisicoquímicos y microbiológicos de la maduración que se desarrollan durante el curado y desecado. La carne cede agua y con ella proteína solubles, que desempeñan importante papel en la trabazón y consistencia de la masa. Además la sal reduce la tasa hídrica de la masa embutida, con lo cual diversos microorganismos nocivos, en especial ciertos gérmenes patógenos de la putrefacción, se ven perjudicados en su vitalidad

y capacidad de multiplicación. También la actividad de las enzimas propias de la carne y de las formadas por los microorganismos dependen de la cantidad de agua presente (13).

La sal funciona en productos fermentados como inhibidor de organismos indeseables antes de que los cultivos iniciadores formen una cantidad importante de ácido láctico. Sin embargo aún los cultivos iniciadores, considerados como tolerantes a la sal, pueden afectarse por altos niveles de sal y se requerirá más tiempo de fermentación para llegar al pH objetivo (41).

e) Sustancias curantes.

Las utilizadas son nitratos y nitritos. Estos compuestos se utilizan prácticamente en todas las carnes procesadas con la excepción de los embutidos frescos. Aunque todavía se utilizan algunas pocas curas mezcladas (nitrato y nitrito juntos), el nitrito es el ingrediente activo y el nitrato se puede eliminar. El nitrito se utiliza casi siempre en conjunto de la sal, y como la sal, tiene varias funciones importantes en la carne curada (41). Inducen el enrojecimiento y la fijación del color teniendo una acción antimicrobiana. Son sales que reaccionan con el pigmento muscular para desarrollar el color rojo. El nitrito de sodio es diez veces más activo que el nitrato. El uso de nitratos causa anoxia mientras que con los nitritos puede haber combinación con aminas formando nitrosaminas las cuales son cancerígenas. Por lo anterior la dosis permitida por la NOM-F-142-1970 es de 200 ppm solos o en mezcla en producto final (22, 32, 48, 49).

Las contribuciones de los nitritos al sabor se pueden considerar en dos aspectos. Un sabor curado, como se observa en jamones, parece deberse al nitrito y no se puede reproducir con otros ingredientes. También se proporciona protección al sabor con el nitrito, puesto que es un antioxidante muy efectivo en sistemas cárnicos. De esta manera la carne curada se encuentra bien protegida de la oxidación de la grasa y de los sabores rancios asociados. El nitrito también proporciona una definida inhibición bacteriana y contribuirá a suprimir los microorganismos del deterioro, proporciona mucha seguridad contra *Clostridium botulinum* (41).

f) Antioxidantes

Se emplea el Eritorbato de sodio considerado una sustancia coadyuvante del curado, es un agente reductor que genera condiciones de oxidoreducción precisas para el enrojecimiento. Su dosis es de 0.16 a 0.55 mg/Kg y el riesgo es que si se utiliza en exceso combinandose con la glucosa descende el potencial redox y perjudica el color (22).

III. - CULTIVOS INICIADORES.

3.1. CULTIVOS.

La importancia adquirida por los microorganismos en la producción de alimentos ha de atribuirse a su gran actividad bioquímica, actividad que han perdido en gran medida todas aquellas células que han pasado a formar parte de conjuntos más evolucionados. Pese a su sencilla organización morfológica, la mayor parte de los microorganismos muestran unos rendimientos bioquímicos destacados principalmente en los siguientes aspectos:

- * Gran capacidad de adaptación a los cambios ambientales.
- * Posibilidad de reproducirse rápidamente.
- * Amplio espectro de reacciones bioquímicas posibles en el seno del protoplasma.

Estas tres cualidades establecen una notable diferencia entre los microorganismos y las células integradas en conjuntos evolucionados, con muy limitada capacidad de adaptación, con una reproducción programada por una estructura genética y especializada en la mayoría de los casos en unas pocas reacciones bioquímicas (44).

Las bacterias tienen la capacidad de defenderse de otros microorganismos con los que entran en competencia mediante la producción de sustancias especiales e inclusive hay muchas bacterias que pueden sobrevivir en presencia de condiciones ambientales desfavorables. Por otra parte, son muy estables en cuanto a su

producción, sentándose así las bases para un proceso de producción continua susceptible de ser sometido a programación y automatización. Este conjunto de variabilidad y estabilidad convierte potencialmente a los microorganismos en agentes auxiliares de la producción (44).

Al utilizar los microorganismos como agentes auxiliares de la producción conviene distinguir entre los casos en que su empleo es alternativo y aquellos en que resulta absolutamente necesario. El criterio a seguir para el empleo de cultivos bacterianos se basa en índices de comparación tanto económicos como tecnológicos. Así sucede que diferentes sustancias que pueden obtenerse tanto por síntesis química como por síntesis microbiológica deben evaluarse con base en la rentabilidad del camino tomado. (44).

En la Industria Alimentaria el cultivo de microorganismos se puede considerar de absoluta necesidad, para favorecer la producción de alimentos aun cuando muchos de los sistemas no han sido perfeccionados. (3, 44, 46).

En la Industria Cárnica se utilizan microorganismos en cultivo puro aumentando la calidad de los embutidos o productos cárnicos crudos o curados. Se agregan a la masa del embutido con la finalidad de influir favorablemente sobre la maduración y aromatización de estos artículos. Hasta el presente se utilizan con dicha finalidad cepas de las siguientes especies bacterianas:

Pediococcus acidilactici, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus cremoris*, *Micrococcus aurantiacus*, *Micrococcus varians*, *Micrococcus lactis* y cepas todavía sin identificar suficientemente de los géneros *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* y Levaduras (13).

En la Tabla 1 se puede observar los distintos microorganismos y su aplicación en la Industria Carnica.

TABLA 1. MICROORGANISMOS USADOS COMO CULTIVOS INICIADORES EN CARNES.

MICROORGANISMOS	TIPO DE PRODUCTO.
I. - Bacterias	
a. <i>Pediococcus acidilactici</i>	<ul style="list-style-type: none"> A. - Salchichas semi-secas fermentadas. <ul style="list-style-type: none"> a. Salchicha. b. Cervelata. c. Rollo de puerco. d. Salchicha de pavo. B. - Salchichas secas fermentadas. <ul style="list-style-type: none"> a. Salchichas secas. b. Salchicha seca de pavo. c. Salami. d. Pepperoni. e. Salchicha hot bar. C. - Carne procesada. <ul style="list-style-type: none"> a. Jamón estilo americano.
b. <i>Pediococcus pentosaceus</i>	<ul style="list-style-type: none"> A. - Salchichas semi-secas fermentadas. <ul style="list-style-type: none"> a. Salchichas. B. - Salchichas secas fermentadas. <ul style="list-style-type: none"> a. Pepperoni.
c. <i>Lactobacillus brevis</i> .	<ul style="list-style-type: none"> A. - Carne fresca. <ul style="list-style-type: none"> a. Carne molida.

d. *Lactobacillus plantarum*.

- A. - Salchichas semi-secas fermentadas.
 - a. Salchichas.
- B. - Salchichas secas fermentadas.
 - a. Salami.
 - b. Salchicha seca tipo Europa.
- C. - Carne procesada.
 - a. Tocino.
 - b. Jamón estilo americano.

e. Mezcla de *P. acidilactici* y *L. plantarum*.

- A. - Salchichas semi-secas fermentadas.
 - a. Lebanon bologna.
 - b. Salchicha.
 - c. Cervelata.
- B. - Salchicha seca.
 - a. Pepperoni.
 - b. Salchicha seca de pavo.
- C. - Carne procesada.
 - a. Carne de pollo cocida.
- D. - Carne fresca.
 - a. Carne de pollo.
 - b. Pollo desmenuzado.

f. Mezcla de *P. acidilactici* y *Micrococcus varians*.

- A. - Salchicha seca fermentada.
 - a. Salchicha seca.

II. - Hongos y levaduras.

a. Especies de *Penicillium*.

- A. - Salchicha seca fermentada.
 - a. Salami.

b. *Thamnidium elegans*.

- A. - Carne fresca.
 - a. Beef steak.

c. *Candida lipolytica*.

- A. - Pescado fresco.
 - a. pescado.

Se simplifica mucho la producción de embutidos si se cuenta con una cepa bacteriana que tenga por sí sola las características que las industrias cárnicas desean, de ahí que desde hace varios años se expenden comercialmente cultivos iniciadores preparados, que se componen de bacterias acidolácticas. Los cultivos iniciadores son importantes en la industria cárnica dado que operan con una alta eficacia la cual nos significa:

- * Estabilización del proceso de fabricación y obtención de una calidad alta e invariable.

- * Automatización, en cuanto a la posibilidad de ejercer un control en las transformaciones bioquímicas del proceso de fabricación.

- * Acción sobre el tiempo de fabricación, es decir, el empleo de cultivos iniciadores permite reducir el tiempo de fabricación, si bien este se encuentra condicionado también por la tecnología.

- * Economía de material al estabilizar el proceso productivo (44).

La fabricación de los embutidos crudos, sobre todo los que presentan una superficie de corte consistente y han alcanzado un alto grado de maduración, constituyen un proceso complejo y de larga duración en el que intervienen las enzimas de la carne y los microorganismos (44, 46).

Sobre la maduración intervienen de una forma positiva o negativa muchos factores relacionados con el método de fabricación. En

la elaboración de embutidos crudos se distinguen tres procedimientos: en ambiente natural, en ambiente artificial y por métodos rápidos. Cada uno de ellos influye en el desarrollo de la maduración y en la duración de dicha etapa (44).

Controlando la maduración mediante el empleo de cultivos iniciadores como los ya mencionados se intenta cumplir con lo siguiente:

- * Permitir el desarrollo del color típico de los embutidos en el término de 48 horas.

- * Permitir que el producto se muestre firme al corte en no más de dos días.

- * Lograr un descenso rápido del pH hasta alcanzar un valor no inferior a 4.5.

- * Dar estabilidad al color .

- * Obtener un pH final de alrededor de 5.1.

- * Permitir que los productos puedan ser vendidos a partir del quinto día de haber sido fabricados (Semiconservas). (3, 44).

Con la utilización de diferentes tipos de cultivos iniciadores, dependiendo de la composición microbiana de estos, su influencia sobre los procesos de maduración será diferente y a diferente velocidad.

Para la maduración de los embutidos crudos es necesario considerar los procesos fundamentales que se llevan a cabo y que son

de naturaleza químico bacteriana. La pasta del embutido ya incluida en la tripa contiene siempre una flora bacteriana incorporada o espontánea que, al fermentar el azúcar, produce ácido láctico. Junto a este se encuentran en la pasta ácido pirúvico, alcohol etílico y bióxido de carbono, mostrando que en ella se verifica una heterofermentación. Para la formación del color de curado es muy importante que el pH descienda a 5.2 e incluso por debajo de este valor. En presencia de nitritos se produce nitrosohemoglobina y el embutido toma el color rojo característico. Los microorganismos participan en gran medida en la obtención de la consistencia propia de cada tipo de embutido. El punto isoeléctrico de las proteínas de la carne se halla comprendido entre pH 5.1 y 5.5. Dentro de este margen tiene lugar una gelificación de las proteínas extractibles, lo que determina un aumento de la cohesión entre las partículas de la pasta que adquiere así la consistencia. La formación del aroma durante la maduración tiene una gran importancia desempeñándose un papel decisivo por la microflora presente (21, 44, 45, 46).

En la figura 1 se resumen los cambios de la microflora y ácidos grasos libres durante la maduración de embutidos elaborados con y sin la incorporación de cultivos iniciadores.

Si se observan las curvas de los recuentos de gérmenes, se ve claramente que en los embutidos inoculados con cultivos iniciadores la curva correspondiente muestra una elevación notablemente inferior durante las primeras 24 horas y el número

total de gérmenes continua siendo más baja durante todo el período estudiado. La cifra de organismos coliformes disminuye mucho más rápidamente que en los de elaboración convencional. La tasa de ácidos grasos no experimenta diferencias esenciales a la temperatura elegida para la fabricación (44).

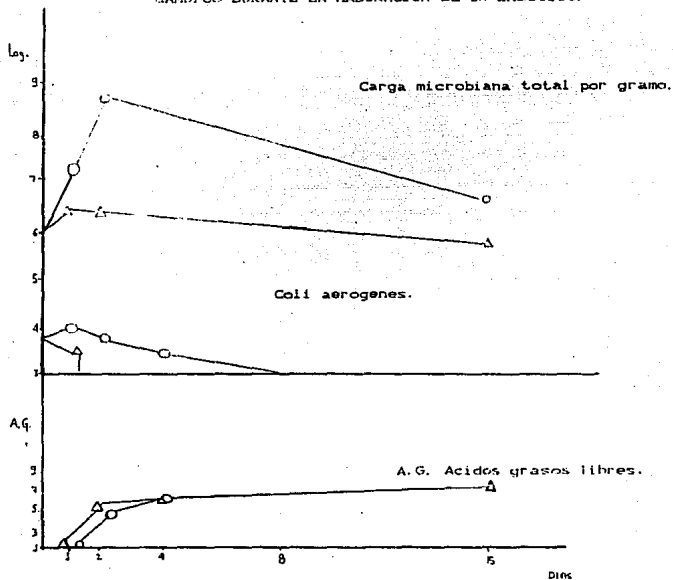
Con los cultivos iniciadores se evitan las fermentaciones defectuosas a que dan lugar con cierta frecuencia los procedimientos de maduración rápida y que se denotan por cambios manifiestos en el olor y el sabor del producto; la formación de color cursa más rápidamente al dominar desde un principio los agentes productores de ácido láctico y la gelificación también se desarrolla en menos tiempo; el potencial redox es más favorable y determina una estabilidad más elevada del color (5, 44, 45).

Asimismo los cultivos iniciadores contribuyen al control de microorganismos patógenos tales como Salmonella o Clostridium, como se puede observar en las Tablas 2 a 5 (4, 45).

Al emplear cultivos iniciadores en la fabricación de embutidos crudos, el tiempo de elaboración resulta notablemente disminuido. Por otro lado, a pesar de disponer de una materia prima no seleccionada en la misma fábrica y de que muchas veces se recurre al empleo de carne congelada, puede evitarse plenamente la aparición de partidas defectuosas. En cualquier caso el empleo de cultivos iniciadores presupone unas condiciones determinadas que en la práctica se deben conocer. Al utilizar cultivos iniciadores en la

FIGURA 1.

CAMBIOS DURANTE LA MADURACION DE UN EMBUTIDO.



CULTIVOS BACTERIOLÓGICOS PARA LA INDUSTRIA CARNICA. SCHIFFNER.
 1978. ESPAÑA.

TABLA 2. EFECTO DE CULTIVOS INICIADORES SOBRE LOS VIRUS PRESENTES EN PRODUCTOS CARNICOS.

MICROORGANISMO INACTIVADO	ALIMENTO	CULTIVO INICIADOR.
<i>Echovirus</i>	Salami seco	<i>Lactobacillus plant.</i>
<i>Echovirus</i>	Cervelata	<i>L. plantarum</i>
		<i>Ped. acidilactici.</i>
<i>Poliovirus</i>	Salami seco	<i>L. plantarum</i>
<i>Poliovirus</i>	Cervelata	<i>L. plantarum</i>
		<i>Ped. acidilactici.</i>
<i>African s. fever virus.</i>	Salami seco	<i>Ped. acidilactici.</i>
<i>African s. fever virus.</i>	Pepperoni	<i>Ped. acidilactici.</i>
<i>Hog cholera virus.</i>	Salami seco	<i>Ped. acidilactici.</i>
<i>Hog cholera virus.</i>	Pepperoni	<i>Ped. acidilactici.</i>

SMITH, PALUMBO. Uso de cultivos Iniciadores en Productos Cárnicos. J. Food Prot. Vol. 46 No. 11.

TABLA 3. EFECTO DE CULTIVOS INICIADORES SOBRE DIFERENTES TIPOS DE SALMONELLAS PRESENTES EN PRODUCTOS CARNICOS.

TIPO DE SALMONELLA INACTIVADA	ALIMENTO	CULTIVO INICIADOR.
<i>Salmonella dublin</i>	Pepperoni	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> .
<i>S. dublin</i>	Lebanon bologna	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i> .
<i>S. typhimurium</i>	Carne de pollo C.	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i> .
<i>S. typhimurium</i>	Pepperoni	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i> .
<i>S. typhimurium</i>	Lebagnon bologna	<i>L. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i> .
<i>S. typhimurium</i>	Salchicha	<i>L. plantarum</i>
<i>S. senftenberg</i>	Salchicha seca	<i>P. acidilactici</i> .
<i>S. newport</i>	Salchicha	<i>L. plantarum</i>
<i>S. pullorum</i>	Salchicha seca	<i>P. acidilactici</i> .

SMITH, PALUMBO. Uso de cultivos Iniciadores en Productos Carnicos. J. Food Prot. Vol. 46 No. 11.

TABLA 4. EFECTO DE CULTIVOS INICIADORES SOBRE DIFERENTES TIPOS DE CLOSTRIDIUM PRESENTES EN PRODUCTOS CARNICOS.

TIPO DE CLOSTRIDIUM INACTIVADO.	ALIMENTO	CULTIVO INICIADOR.
<i>Clostridium botulinum</i>	salchicha	<i>Lactobacillus plantarum.</i> <i>Pediococcus acidilactici.</i>
<i>C. botulinum.</i>	tocino	<i>L. plantarum.</i>
<i>C. botulinum</i>	jamón	<i>P. acidilactici.</i>
<i>C. perfringens</i>	salchicha seca	<i>P. acidilactici.</i>

SMITH, PALUMBO. Uso de cultivos iniciadores en Productos Cárnicos. J. Food Prot. Vol. 46 No. 11.

TABLA 5. EFECTO DE CULTIVOS INICIADORES SOBRE DIFERENTES ESPECIES DE ESTAFILOCOCOS PRESENTES EN PRODUCTOS CARNICOS.

TIPO DE ESTAFILOCOCO	ALIMENTO	CULTIVO INICIADOR.
<i>Staphylococcus aureus.</i>	Salchicha	<i>P. acidilactici</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>L. plantarum con P. acilactici</i>
<i>S. aureus.</i>	S. seca	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>S. aureus.</i>	S. alemán	<i>Especies de Lactobacillus</i>
<i>S. aureus.</i>	S. seca	<i>Especies de Micrococcus y de Lactobacillus</i>
<i>S. aureus.</i>	S. fermentada	<i>P. acidilactici, L. plantarum</i>
<i>S. aureus.</i>	Pollo	<i>P. acidilactici</i> <i>L. plantarum</i>
<i>S. aureus.</i>	Salami	<i>Especies de Lactobacillus</i>
<i>S. aureus.</i>	Pepperoni	<i>P. pentosaceum</i>
<i>S. aureus.</i>	Jamón	<i>P. acidilactici</i>

SMITH, PALUMBO. Uso de cultivos Iniciadores en Productos Cárnicos. J. Food Prot. Vol. 46 No. 11.

elaboración de embutidos crudos, la seguridad estadística aumenta y el control de los procesos productivos se realiza mejor; además, la preparación y selección previa de la materia prima se simplifican sin que por esto se desdeñe su calidad sanitaria (44).

3.2.- PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI.

3.2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CEPA.

El *Pediococcus acidilactici* es un cultivo iniciador que se comporta como un fermento acidificante ya que, a partir del glucógeno muscular y del azúcar adicionado, produce, por la formación del ácido láctico, un descenso rápido del pH, acelerando así la formación del color y la gelificación de la proteína muscular. El embutido adquiere un ligero aroma de ácido (44). El *Pediococcus acidilactici* tiene un alto nivel de tolerancia a la sal lo que permite que se efectue la fermentación acidoláctica a los niveles comúnmente utilizados de sal en embutidos (50).

Comparando una cepa de *Pediococcus acidilactici* con un cultivo mixto acidificante de varias cepas se encuentran las diferencias durante su aplicación, que se muestran en el cuadro 1.

Los cultivos iniciadores de *Pediococcus acidilactici*, desde el punto de vista de la morfología, se trata de cocos gram positivos e inmóviles, que pueden aparecer aislados, aparejados en tetradas o formando cadenas de corta longitud. En agar forma colonias blancas inicialmente y luego amarillas o pardo amarillentas de borde liso y elevadas al corte practicado en sentido perpendicular a la placa. En agar-sangre-bencidina se producen unas zonas en la periferia por descomposición de CO_2 . En este medio por lo general, pasadas cuatro semanas las colonias se vuelven pardas e incluso negras. En caldo de Niven y en el de levaduras al 2 % se produce a las 24 horas de enturbamiento moderado y un sedimento

manifiesto. La temperatura óptima del cultivo iniciador se encuentra entre 25° y 32°C y su crecimiento es posible a temperaturas comprendidas entre 7° y 45° C; a 60° C la cepa muere en 8 min.

CUADRO 1 COMPARACION DEL *Pediococcus acidilactici* CON UN CULTIVO MIXTO.

Característica	Cultivo Mixto	<i>Ped. acidilactici</i>
Bacterias patógenas	No se aprecian	No se aprecian
Gérmenes coliformes	En 1 ml. no llegan a comprobarse	No se comprueban
Gérmenes extraños en un medio de agar sin carbohidratos	< a 20 por ml	No se comprueban
Proteólitos	En 1 ml no llegan a comprobarse	No se comprueban
Tiempo de coagulación	16 horas a 21 C	12-18 horas a 30 C
Índice SH después de 22 a 30 horas	Mayor de 32 SH	23 SH (Sin azúcar) un máximo de 39 SH (0.1 % de azúcar)
Actividad acidificante	Mayor de 20 SH	Mayor de 20 SH
Ácidos volátiles	Mayor de 0.75	Mayor de 0.75
Producción de aroma	Positiva	Positiva
Límite de conservación	7 días	28 días

SCHIFFNER, Cultivos Bacterianos para la Industria Cárnica. ACRIBIA España, 1978.

En la tabla 6 se resume el comportamiento bioquímico del citado cultivo iniciador.

TABLA 6. Comportamiento bioquímico del *Pediococcus acidilactici*.

Reducción de nitratos	Positivo
Peptonización	Positivo
Licuefacción de la gelatina	Negativo
Suero proteolisis	Negativo
Hemólisis	Negativo
Producción de catalasa	Negativo
Lipólisis	Positivo y Negativo
Producción peroxidasa	Negativo
Producción de gas de la dextrosa	Negativo
Esculina al 0.5 %	Positivo
Esculina al 0.5 % y cloruro férrico	Positivo
Salicina al 2 %	Positivo
Manitol al 3 %	Negativo
Rafinosa al 3 %	Negativo
Celobiosa al 1 %	Positivo
Melibiosa al 0.5 %	Positivo
Trehalosa al 0.5 %	Positivo
Maltosa al 2 %	Positivo
Sacarosa al 0.5 %	Positivo
Lactosa al 2 %	Positivo
Glucosa al 1 %	Positivo
Arabinosa al 3 %	Negativo
Almidón soluble al 2 %	Positivo
Dextrina al 2 %	Positivo
Ramnosa al 1 %	Negativo
Glicerina al 1 %	Positivo
Manosa al 1 %	Positivo
Galactosa al 1 %	Positivo
Fructuosa al 1 %	Positivo
Dulcitol al 1 %	Negativo
Sorbitol al 1 %	Negativo
Adonitol al 1 %	Negativo
Xilosa al 1 %	Negativo

SCHIFFNER. Cultivos Bacterianos para la Industria Cárnica. ACRIBIA España. 1978.

Considerando su comportamiento bioquímico, su morfología y sus formas de crecimiento en medios sólidos, el cultivo iniciador al ser comparado con otras cepas de *Pediococcus*, tiene ciertas diferencias de comportamiento en cuanto al modo de reaccionar frente a pentosanas y polisacáridos (44).

Los cultivos iniciadores se incorporan a los alimentos, aunque no pueden ser considerados sustancias extrañas a ellos por cuanto han sido detectados regularmente y en número variable, en los embutidos crudos madurados por los procedimientos tradicionales, para asegurar la sanidad de la población, y evitar además pérdidas materiales, es indispensable una elaboración correcta y una inspección higiénico constante de la producción de los cultivos. En cada una de las fases de su producción se ha de controlar la actividad de los cultivos (4, 44).

Para la inoculación del fermentador se necesita cultivo para siembra, obtenido a partir de medios sólidos o bien directamente, este puede ser el caldo de levaduras al 2 %. Previamente a la inoculación en este medio de crecimiento ha de practicarse un control de pureza y un recuento de gérmenes. Los cultivos iniciadores que se extraen tras concluirse la incubación también se someten a controles de pureza y recuento de gérmenes (44).

El cultivo iniciador para ser empleado ha de tener un mínimo de 10^8 gérmenes en el momento de su envasado y de 10^9 en el momento de su empleo. No puede contener más gérmenes detectables que el *Pediococcus*

acidilactici. Asimismo cada seis meses ha de comprobarse los caracteres bioquímicos del cultivo de la cepa; así como cada determinado tiempo ha de determinarse mediante tubos de ensayo la actividad del cultivo iniciador en una pasta cárnica evaluandolo según el color., el olor y el sabor adquirido por dicha pasta (5, 44).

3.2.2.- PREPARACION DEL CULTIVO.

Se considera cultivo iniciador a un cultivo líquido de *Pediococcus acidilactici*, de empleo exclusivo en la Industria Cárnica y preparado especialmente para estabilizar y activar la maduración de embutidos crudos y productos salazonados de larga conservación (44).

Los cultivos iniciadores se elaboran por procedimientos discontinuos que comprenden las siguientes fases:

- * Preparación de un cultivo madre.
- * Preparación de un cultivo para empleo.
- * Control de la pureza de cultivo.

En la preparación de un cultivo madre se toma de una cepa original, o de subcultivos de la misma en agar, sembrándose con una asa de platino, material de las colonias en un medio líquido e incubándose estas a 37°C por espacio de 24-48 horas. El medio en cuestión estará constituido por 500 ml. de caldo de levadura dextrosado. La incubación se llevará a efecto en un matraz de 1000 ml. con boca esmerilada. El medio así incubado sirve de cultivo madre para la preparación del cultivo para empleo. Puede utilizarse inmediatamente o bien conservarse hasta 21 días a refrigeración. El cultivo puede utilizarse también para la preparación de subcultivos

En la preparación del cultivo para empleo se prepara por cultivo líquido en un fermentador de 20 litros. Se emplea como medio nutritivo caldo de carne y huevo al que se añade 1 % de Dextrosa

y 0.1 % de fosfato ácido de sodio. Como fermentador se utiliza un bidón para ordeña de 20 litros, con la tapa soldada y provisto de dos tubos de 5 a 8 cm. de longitud, uno para entrada y otro para válvula de seguridad, ambos con filtro de algodón. En la parte inferior del bidón se encuentra un tubo de salida (44).

El caldo se mantiene a 134° C en el autoclave por espacio de una hora. Una vez que se ha enfriado se siembra con 500 ml. de cultivo madre para lo cual se acopla al matraz que contiene este un frasco inyector accesorio esmerilado provisto de un pequeño tubo de salida a través del cual el cultivo madre pase directamente al fermentador por el tubo de entrada de este. Después de sembrado el caldo se incuba a 37°C durante 18 horas. Al término de este periodo el pH habrá descendido a aproximadamente 4 en el interior del fermentador y se ajusta a pH 7-7.5 con 40 ml. de hidróxido sódico al 30 %, introduciendo igualmente la sosa por el tubo de entrada. Tras 6-8 horas más de incubación, cuando el pH descienda nuevamente a 4, el cultivo se halla listo para su empleo, con una carga de 10¹² gérmenes por gramo (44).

El control del cultivo comprenderá:

* Control de la carga microbiana, efectuado por diluciones de Koch o recuento directo.

* Control de la pureza, efectuada mediante siembra de medios nutritivos como placas de agar o de agar sangre, y examinando la morfología y la movilidad de los microorganismos.

* Control de la actividad bioquímica (44).

3.2.3.- DETERMINACION DE LA CONCENTRACION Y FORMA DE ADICION.

Los cultivos iniciadores, para su uso pueden ser comercialmente adquirido como:

Cultivos sólidos

Cultivos líquidos

Cultivos concentrados

Dichos cultivos varían según el tipo de fermentación llevada a cabo durante su elaboración y los cultivos líquidos llevan el proceso más sencillo que es el discontinuo en cuatro fases.

Para su uso la concentración de gérmenes por mililitro debe ser mayor de 10^9 por lo cual se activan los microorganismos 18 horas antes de ser incorporados al embutido, con lo que será necesario la incorporación de 2 ml de microorganismo activado por Kg. de producto final (44).

La adición a la mezcla se realiza después del picado, siendo este durante 2 o 3 min. añadiendo enseguida el cultivo bacteriano; este, al ser líquido, se vierte poco a poco sobre la pasta en la dosis prescrita (44)

Otra forma de adicionarlo es, durante la preparación de la pasta con una cutter, en donde el cultivo se añade mientras la máquina la trabaja, luego se mezcla la masa con los demás ingredientes de la formulación para posteriormente embutirse lo antes posible. Se recomienda un tiempo máximo de 15 minutos (44, 46).

IV. - DESARROLLO EXPERIMENTAL.

4.1. - OBJETIVOS.

Objetivo General.

Evaluar la fermentación acidoláctica bajo condiciones controladas, en un embutido madurado, para seguir el desarrollo de las propiedades organolépticas y la calidad sanitaria, así como su influencia en la reducción en la concentración de nitritos y su acción sobre bacterias patógenas.

Objetivos Particulares.

1.- Establecer las condiciones óptimas para el crecimiento de bacterias del género *Pediococcus acidilactici* tanto en medio de cultivo como en el sistema del modelo a emplear.

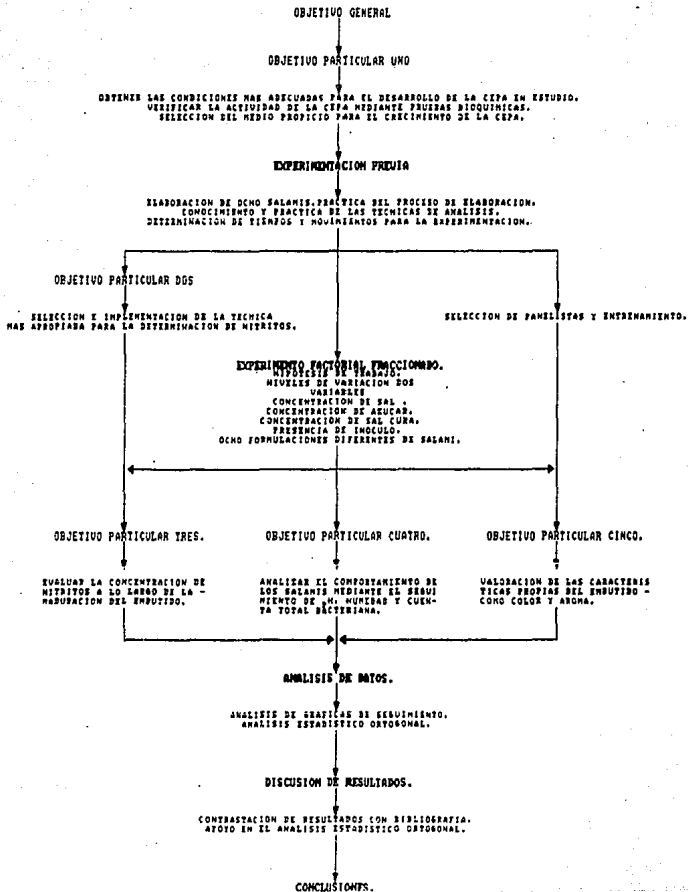
2.- Emplear la técnica analítica para el seguimiento de la concentración de nitritos durante la maduración del embutido.

3.- Analizar el efecto de la adición de cultivos iniciadores en la concentración de nitritos durante la maduración del embutido.

4.- Realizar un seguimiento de la carga bacteriana, el ph, y el porcentaje de humedad del producto durante la fermentación, tanto con la adición de cultivos iniciadores, como sin ellos.

5.- Evaluar el desarrollo de las características organolépticas del embutido durante su maduración.

4.2. CUADRO METODOLÓGICO.



4.3.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Con el objeto de cubrir con los objetivos fijados se plantea como punto de partida la siguiente hipótesis de trabajo:

" Durante la elaboración de un embutido tipo salami, la etapa de maduración se ve favorecida con respecto al método tradicional por la adición de un cultivo iniciador, en este caso *Pediococcus acidilactici*; las variaciones de la sal, el azúcar y la concentración inicial de nitritos, que son factores que actúan conjuntamente con el inóculo, dan lugar a un producto final de mayor calidad y aceptación."

El desarrollo experimental se efectúa con base en un diseño factorial 2^k fraccionado de media repetición.

La formulación base utilizada para la elaboración del modelo cárnico es la siguiente:

Carne de res.	38.55 %
Carne de cerdo.	38.55 %
Lardo.	19.28 %
Sal cura.	00.19 %
Eritorbato de sodio.	00.05 %
Sal.	01.93 %
Azúcar.	00.48 %
Especias.	00.58 %
Vino tinto	00.39 %

El tiempo aproximado de preparación del modelo cárnico según el proceso descrito en el punto 2.4.3.1 (Ver página 48.) se debe de efectuar de 10 a 15 minutos.

Se efectúa una experimentación previa con el fin de familiarizarse con las técnicas de análisis y establecer tiempos y movimientos para el proyecto en estudio.

Los factores a considerar para el experimento y sus niveles de variación son:

a).- Presencia de inóculo.	máximo	presencia.
	mínimo	ausencia.
b).- Concentración de azúcar.	máximo	10 g/Kg.
	mínimo	5 g/Kg.
c).- Concentración de sal.	máximo	20 g/Kg.
	mínimo	10 g/Kg.
d).- Concentración de sal cura.	máximo	2 g./Kg.
	mínimo	1 g./Kg.

Las combinaciones de estos factores proporcionan un total de dieciséis tratamientos diferentes del cual el bloque elegido es el siguiente:

SALAMI #	INOCULO	AZUCAR g/Kg	SAL g/kg	SAL CURA g/Kg
1	Presencia	5	20	2
2	Presencia	5	10	1
3	Presencia	10	20	2
4	Presencia	10	10	1
5	Ausencia	5	20	1
6	Ausencia	5	10	2
7	Ausencia	10	20	1
8	Ausencia	10	10	2

Una vez elaborados los ocho salamis, estos se someten a 24 horas de maduración a 25°C, pasando posteriormente a madurarse a un cuarto a una temperatura entre 10 y 12°C y una humedad relativa del 70%.

Se efectuaron mediciones de pH, humedad, contenido de nitritos, cuenta total bacteriana por triplicado para cada tipo de salami. Asimismo se evaluarón el color y el aroma de los mismos salamis mediante un panel entrenado de 10 personas. Las pruebas y determinaciones se realizan conforme al cuadro siguiente.

PRUEBA	DIA 0		DIA												
	ELABORACION	DEL SALAMI.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
			MADURACION.												
NITRITOS			X	X	X	X									
pH	X		X			X			X			X			
HUMEDAD	X			X				X		X				X	
MICROBIOL.	X		X			X			X			X			
COLOR						X			X			X			X
AROMA					X				X			X			X

Para el análisis de los resultados se elaboraran gráficas de seguimiento de las diferentes determinaciones para los ocho salamis, así como el análisis estadístico ortogonal.

V. - METODOS DE ANALISIS.

5.1. ANALISIS FISICOQUIMICOS.

PRUEBA	NORMA	TECNICA UTILIZADA	REFERENCIAS
Determinación de la Concentración de Nitritos.	NOM-F-07-S-1978	Método de Griess.	15.34.
Determinación de pH.	NOM-F-317-S-1978	Medición Electro-métrica por Potenciómetro.	15.19.35.
Determinación del % de Humedad.	NOM-F-83-1986	Destilación Azeotrópica.	15.19.33. 38.

5.2.-ANALISIS MICROBIOLOGICO.

PRUEBA	NORMA	TECNICA UTILIZADA	REFERENCIA
Determinación de Mesófilos Aerobios.	NOM-J-F-88-1984	Cuenta en Profun- didad.	15,28,30, 38,38.

5.3.- ANALISIS SENSORIAL.

PRUEBA	TECNICA UTILIZADA	REFERENCIA
Color	Evaluación por medio de un panel de 10 personas entrenado y seleccionado.	14,37.
Aroma	Con una escala de 1-10.	

VI.- ANALISIS DE RESULTADOS.

A partir de los resultados obtenidos de la fase experimental se efectuó el análisis estadístico de datos.

La técnica a utilizar es descrita en capítulos anteriores por lo que solamente se presentan las gráficas de seguimiento de las variables de respuesta a lo largo de la maduración del embutido.

FACTORES CONSIDERADOS:

- A. - Presencia de inóculo.
- B. - Concentración de azúcar.
- C. - Concentración de sal.
- D. - Concentración de sal cura.

VARIABLE DE RESPUESTA : pH.

A través de la gráfica realizada para el pH se puede observar que el primer día el valor mínimo para el salami tipo que es de 5.1 corresponde al del valor máximo para el salami inoculado, esto mismo se observa en el cuarto día; la utilidad del cultivo se vislumbra en el séptimo día en el cual el pH empieza a ascender, lo cual permite que en un menor tiempo se obtenga el pH idóneo para el producto en estudio presentándose una gran ventaja la cual permite su comercialización desde este momento lo que no ocurre en el salami tipo ya que este tarda más para recuperar el pH deseado.

Entre las curvas de los salamis inoculados y sin inocular existen diferencias significativas, lo cual por medio del análisis estadístico efectuado para cada día que se tomó la muestra se infiere:

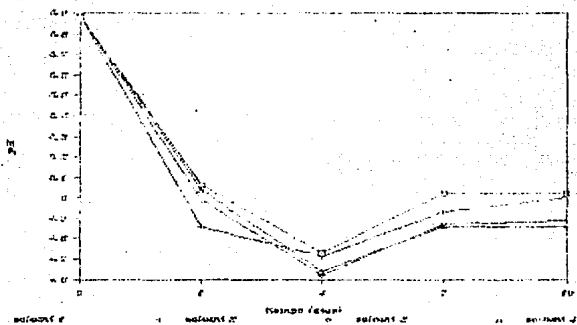
Por medio del análisis estadístico se obtuvo que el inicio de la maduración el único factor que presenta un efecto significativo a un nivel de 0.05 es el inóculo lo cual se debe a la producción de ácido láctico. Posteriormente el azúcar presenta un efecto significativo también, mientras que el inóculo fue significativo hasta un nivel de 0.01; con esto se observa que el inóculo se mantiene actuando en la producción de ácido láctico tomando como fuente de carbohidratos al azúcar.

En el séptimo día de maduración el inóculo es significativo a un nivel de 0.01, mientras que el azúcar y la sal son significativos a un nivel de 0.05. Como se puede observar en la gráfica los salamis inoculados presentan un aumento en el pH mientras que en los salamis elaborados de la forma tradicional la microflora natural aun se encuentra produciendo ácido láctico. El azúcar es significativo ya que mientras en los salamis tradicionales esta disponible y es utilizada, para los salamis inoculados ya se agoto, la sal en este momento actúa como un estabilizante para evitar cambios bruscos en el pH.

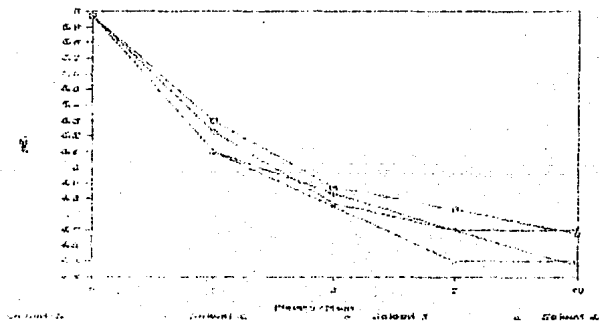
Al décimo día los salamis inoculados alcanzan prácticamente el final de la maduración, por lo que en esta parte el factor que presenta una significancia es el *Pedococcus acidilactici* ya que los salamis sin inocular presentan un pH muy ácido todavía.

Graficas de pH vs Tiempo de Maduración.

SALAMIS INOCULADOS.



SALAMIS SIN INOCULO.



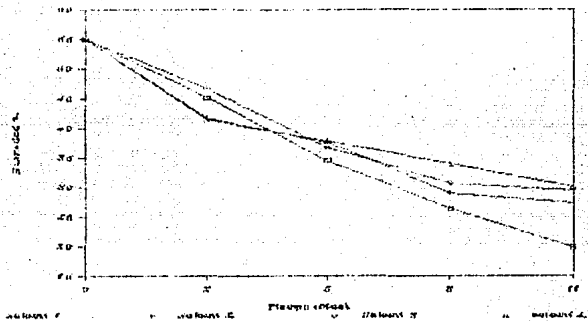
VARIABLE DE RESPUESTA: HUMEDAD.

De acuerdo a la gráfica se puede observar que los dos lotes presentan el mismo comportamiento observando una pérdida de humedad del 50 % siendo los valores, en promedio, de 55-26 % de humedad para el lote inoculado y de 48-21 % de humedad para el lote sin inocular, lo que indica que la presencia del cultivo no afecta en lo que respecta a la pérdida de humedad, lo que se ve reafirmado mediante el análisis estadístico.

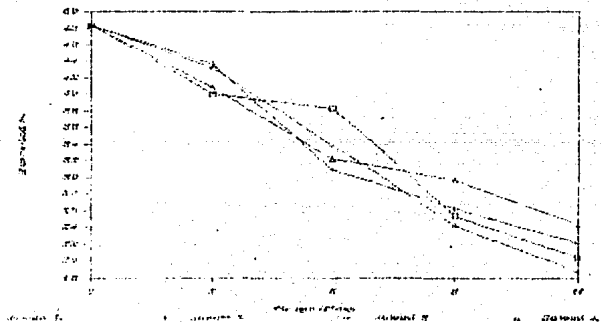
En el análisis estadístico se puede observar que durante la maduración los factores estudiados no presentan un efecto significativo ya que los factores que influyen en un mayor grado en la pérdida de humedad son la temperatura, la humedad relativa de la cámara así como el flujo de aire en esta, por lo que se puede inferir esto en las gráficas que no existe una diferencia entre las curvas de los diferentes salamis.

Gráficas de Humedad vs Tiempo de Maduración.

SALAMIS INOCULADOS.



SALAMIS SIN INOCULO.



VARIABLE DE RESPUESTA: NITRITOS.

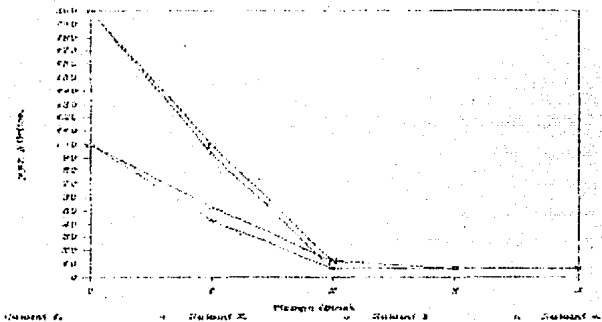
La influencia del *Pedococcus acidilactici* se observa únicamente en el primer día, en donde el lote con dicho cultivo iniciador disminuye al 50 % aproximadamente su contenido en nitritos, mientras que para el lote sin inocular la disminución es de sólo un 30 % aproximadamente. En los días consecutivos ambos lotes presentan un comportamiento semejante, por lo que ya no existe influencia del cultivo iniciador.

Lo anterior se corrobora mediante el análisis estadístico donde para el primer día de la maduración los factores que influyen en un nivel de significancia de 0.01 son el inóculo y la concentración de sal cura. La influencia del inóculo es debido a que reduce los nitritos con mayor rapidez y por lo tanto la presencia de estos es menor comparada con los salamis sin inocular.

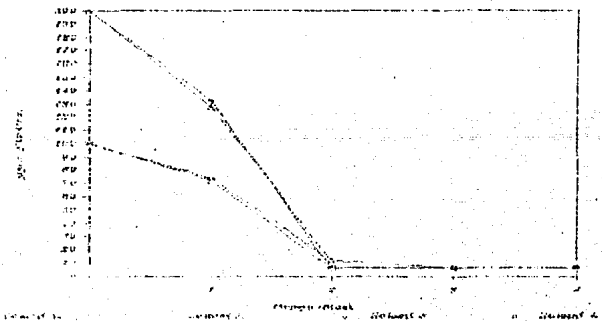
A partir del segundo día no existe factor alguno que presente un efecto significativo obteniéndose una estabilidad en ambas curvas.

Graficas de Nitritos vs Tiempo de Maduración.

SALAMIS INOCULADOS.



SALAMIS SIN INOCULO.



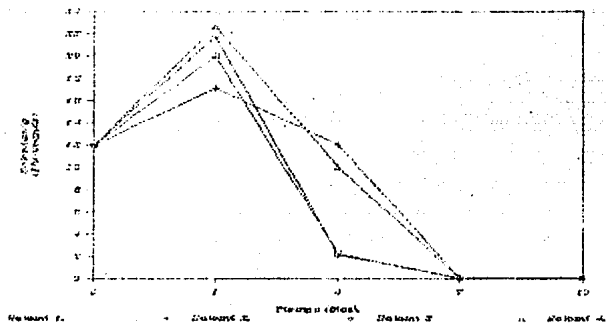
VARIABLE DE RESPUESTA: MICROBIOLÓGICO.

En las gráficas se puede observar que ambos lotes parten de una carga bacteriana de 12 000 col/g. y el aumento al primer día de maduración para el lote sin inóculo es mucho mayor que para el lote inoculado. En los días subsiguientes se presenta una disminución en la carga bacteriana, la cual es más rápida para el lote inoculado que para el lote sin inóculo, aunque al final de la experimentación ambos lotes concluyeron con la misma carga bacteriana.

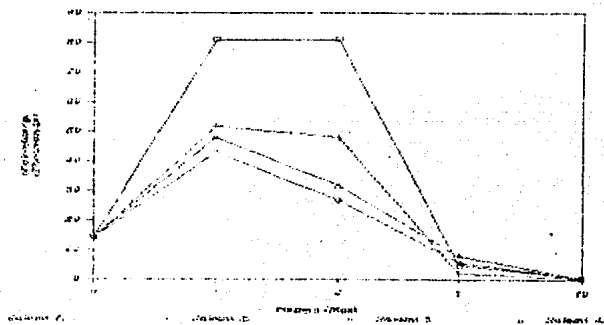
El análisis estadístico indica que el factor que presenta una significancia a un nivel de 0.05 es el inóculo a lo largo de toda la maduración, esto se debe a la acción del *Pediococcus acidilactici* al inhibir la presencia de microorganismos aerobios, lo cual se aprecia en la gráfica de los salamis inoculados. Así mismo en la gráfica de los salamis sin inóculo no se aprecia dicha inhibición sobre todo para los siete primeros días de la maduración.

Graficas de Microbiológico vs Tiempo de Maduración.

SALAMIS INOCULADOS.



SALAMIS SIN INOCULO.



VARIABLE DE RESPUESTA: AROMA.

El análisis de la gráfica para ambos lotes indica que el aroma disminuye al séptimo día, obteniéndose que en los días siguientes existe un aumento siendo para el lote inoculado de mayor aceptación, siendo el valor mínimo para este lote superior al valor máximo del lote sin inóculo.

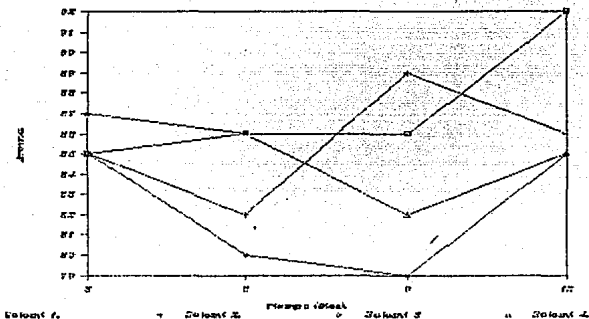
Con respecto a esta prueba indica la gráfica que el uso del *Pedioroccus acidilactici* beneficia a las propiedades organolépticas, verificándose esto en el análisis estadístico.

Los resultados del análisis estadístico indican que el inóculo mantiene un efecto significativo durante la maduración debido a que la presencia del *Pedioroccus acidilactici* desarrolla ácido láctico provocando en consecuencia la formación de aroma.

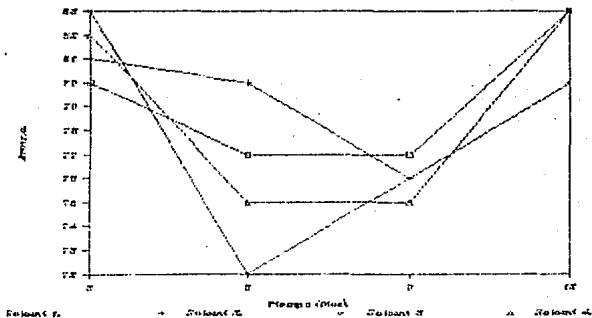
Para el décimo segundo día de la maduración las pruebas indican que no existe un efecto significativo para ninguno de los factores en estudio, esto es debido a que en este momento el producto ya desarrolló el aroma característico del salami.

Gráficas de Aroma vs Tiempo de Maduración.

SALAMIS INOCULADOS.



SALAMIS SIN INOCULO.



VARIABLE DE RESPUESTA: COLOR.

A través de la gráfica de seguimiento de color se observa que desde el principio de la maduración los valores correspondientes a los salamis inoculados son superiores a los salamis sin inocular manteniéndose esto a lo largo de la maduración.

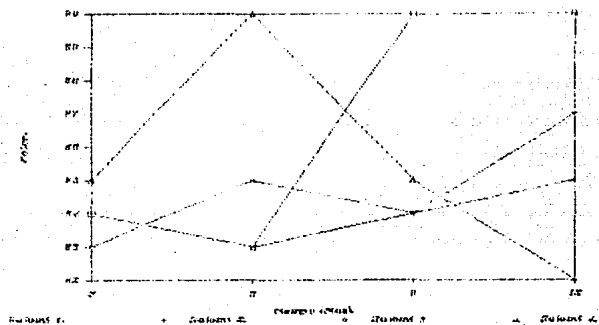
Los valores finales para el salami con el *Pediococcus acidilactici* varían entre 82-90 mientras que para los salamis sin inóculo es de 76-82.

Los resultados del análisis estadístico efectuado indican que ninguno de los factores presenta un efecto significativo a un nivel de 0.05 de significancia para los primeros días de la maduración, lo cual es por que el color es una propiedad que se desarrolla con el tiempo.

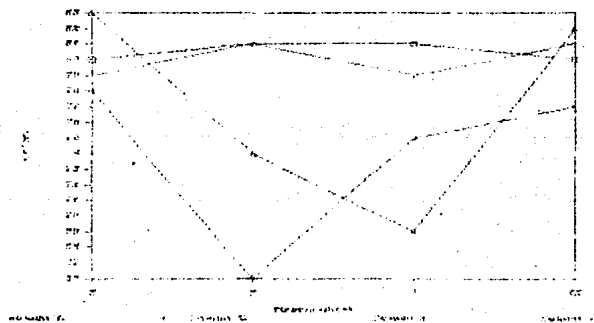
Para el noveno día las pruebas efectuadas indican que el inóculo presenta una significancia con un nivel de 0.05, esto se debe a la acción del inóculo sobre los componentes de la sal cura.

Gráficas de Color vs Tiempo de Maduración.

SALAMIS INOCULADOS.



SALAMIS SIN INOCULO.



PRUEBAS BIOQUIMICAS.

Las pruebas bioquímicas efectuadas del 30 de agosto al 4 de septiembre de 1991 indican que el *Pediococcus acidilactici* cumple con el siguiente comportamiento bioquímico lo cual refleja que se encuentra en un grado óptimo de actividad.

Melibiosas	(Positivo)
Dextrosa	(Positivo)
Maltosa	(Positivo)
Manitol	(Negativo)
Dulcitol	(Negativo)
Celobiosas	(Positivo)
Salicina	(Positivo)
Adonitol	(Negativo)
Ramnosa	(Negativo)
Rafinosa	(Negativo)
Fructuosa	(Positivo)
Lactosa	(Positivo)
Trehalosa	(Positivo)
Manosa	(Positivo)

El medio óptimo para el crecimiento del *Pediococcus acidilactici* debe tener un ph de 7 y estar conformado en 1 000 ml. por:

Triptonas	10 g.
Extracto de Levadura	10 g.
Sacarosa	20 g.
Acido ascórbico	30 mg.

VII.- DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

7.1.- DISCUSION DE RESULTADOS.

Para esta etapa se presenta una gráfica comparativa entre las curvas más representativas tanto del lote inoculado como del lote sin inocular.

a). - pH.

Los resultados obtenidos, indican que el pH de la mezcla fue de 5.89, este disminuye conforme el progreso de la maduración debido al aumento de la cantidad de ácido láctico presente, lo cual se esperaba como resultado.

La caída del pH se debe a que el *Pedococcus acidilactici* provoca el desdoblamiento de los diferentes tipos de azúcares como lo indican Smith y Palumbo en el año de 1983.

Coretti en 1971 indica que el pH es el principal factor para determinar la maduración de un producto crudo.

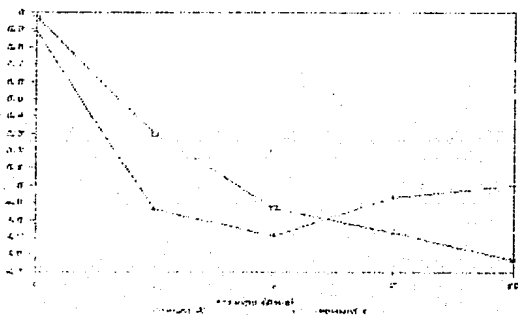
Es muy importante que el pH alcance el punto isoelectrico de las proteínas de la carne durante el proceso de maduración, para que tenga lugar una gelificación de las proteínas extractibles lo que determina un aumento de la cohesión entre las partículas de la pasta adquiriendo así la consistencia (3, 5, 13, 45).

El pH óptimo final de un embutido madurado, como lo es el salami es de 5.1 (44), ambos lotes lo alcanzaron pero como lo indica la gráfica 7.1, el lote inoculado tardó 10 días, mientras que el lote sin inocular tardo un 50 % más de tiempo.

Esto indica que el lote inoculado se vio favorecido por la presencia de las bacterias acidolácticas obteniéndose el producto madurado en menor tiempo.

El pH aumentó, al final del proceso, debido a que las proteínas se hidrolizan lo que da lugar a productos alcalinos.

GRAFICA 7.1.- pH vs Tiempo de maduración.



b). - Pérdida de Humedad.

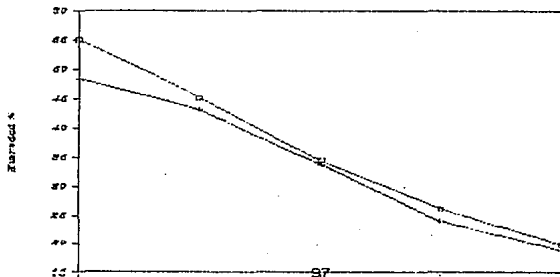
Para la maduración de un embutido crudo, la temperatura, la velocidad de flujo de aire y humedad relativa del medio son factores muy importantes.

En la gráfica 7.2 se observa que no existe diferencia notable entre la curva de pérdida de humedad para los lotes en estudio por lo que los factores estudiados no presentan un efecto significativo en la pérdida de humedad para ninguno de los lotes.

La humedad esperada para el salami debe ser inferior a un 29 %, lo que se obtiene manteniendo las condiciones de 70 % H.R. y de 10-12 °C de temperatura en la cámara de maduración.

En el trabajo realizado la temperatura variaba debido a que no se conto con una cámara de maduración específica por lo que existieron diversas entradas de calor no controladas.

GRAFICA 7.2.- Humedad vs Tiempo de maduración.



c). - Reducción de Nitritos.

De estos resultados se construyó la gráfica 7.3 en la que se observa que la reducción de nitritos ocurrió rápidamente en ambos lotes. Para el lote inoculado la reducción al 50 % tardó 23 horas con 45 minutos aproximadamente mientras que en el lote sin inocular fué de 23 horas con 20 minutos aproximadamente.

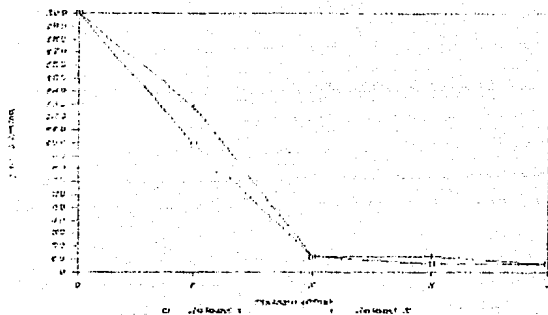
Con esto se puede concluir que la reducción de nitritos en el lote inoculado fue más rápido en las primeras 24 horas de maduración, debido a que el proceso se vió más acelerado.

La presencia de bacterias nitratorreductoras como lo es el *Pediococcus acidilactici* y un pH adecuado del producto permiten la total desaparición de los nitritos del medio (2, 3, 7, 46, 48, 49).

Al existir una total desaparición de los nitritos del medio se evita la aparición de ciertas nitrosaminas a las que se les atribuyen una acción cancerígena. Dichas nitrosaminas pueden originarse a partir de residuos de nitrato o nitrito en salazones o embutidos crudos, al coincidir y combinarse con aminas secundarias en condiciones de pH muy bajo como en el estómago (2, 3, 44, 46, 47).

Para que la degradación del nitrito se verifique en el menor tiempo posible se requiere que el pH disminuya enseguida por debajo 5.5, esto da lugar a que se convierta en protóxido de nitrógeno como lo denota Schiffner en 1976.

GRAFICA 7.3.- Nitritos vs Tiempo de maduración.



d). - Análisis Microbiológico.

Las pruebas indican que en el lote con el cultivo iniciador, la presencia de microorganismos disminuye en forma más rápida que para el lote sin inocular en los primeros cuatro días, siendo que para el séptimo día exista una mínima diferencia, la cual es nula al final de la maduración.

Los salamis elaborados fueron productos que cumplieron con el proyecto de S.S.A. que rige la elaboración del salami. Para el lote con *Pedococcus acidilactici* y el lote sin inóculo el valor final de mesófilos aerobios es de aproximadamente 100 col/g.

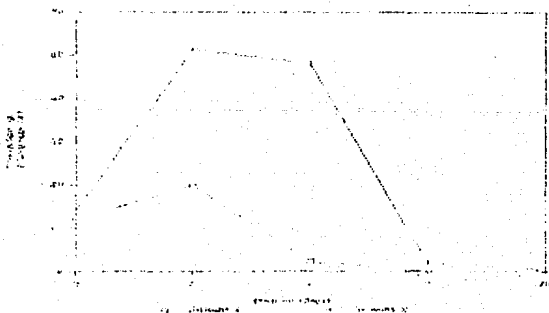
Bacus en 1984, Schiffner en 1978 así como Smith y Palumbo en 1983 mencionan que mientras los *Pedococcus acidilactici* se desarrollan rápidamente en la pasta del embutido tiene lugar un efecto de supresión sobre el resto de la flora del producto, como es el caso del *Clostridium botulinum*, *Salmonella*, *Staphilococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Echovirus*, *Virus del cólera porcina*, etc.

Bartholomew en 1977 y en 1980 destaca que los bacilos Gram negativos son muy sensibles al descenso del pH por debajo de 5.5, valor donde el efecto de supresión alcanza a los microorganismos esporulados aerobios también.

Primordialmente el desarrollo del *Clostridium* se ve inhibido por la presencia de sales curantes.

La sal posee una acción bien conocida sobre el desarrollo de los microorganismos en el embutido. Afecta a la capacidad de retención de agua de la carne y, a través de la deshidratación del protoplasma, detiene la multiplicación de la mayoría de las bacterias. La menor actividad de agua y el aumento de la concentración salina, junto con el descenso del pH, frenan el crecimiento microbiano y favorecen la mayor conservación del embutido (44, 45, 46, 48).

GRAFICA 7.4.- Cuenta bacteriana vs Tiempo de maduración.



e).- Aroma.

La evaluación se llevó a cabo mediante un panel entrenado cuya técnica es descrita en el apéndice 8.2.

Los valores obtenidos para el lote inoculado fueron superiores que para el lote sin inocular como se observa en la gráfica 7.8.

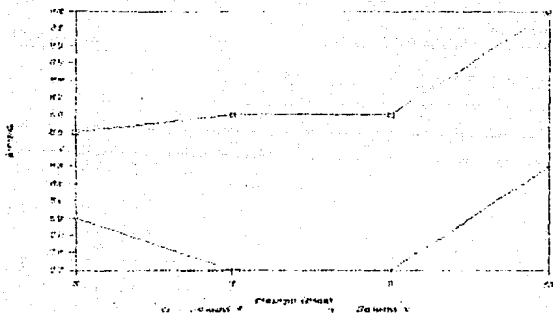
Bartholomew en 1977 y Belitz en 1988 explican que el comportamiento en la gráfica se debe al aumento y disminución de la acidez que se efectúa a lo largo de la maduración.

Aunque no se conocen las rutas de formación del aroma ni las sustancias que intervienen en dicha formación se puede inferir que el *Pediococcus acidilactici*, de acuerdo al análisis estadístico, influye en el desarrollo del aroma a lo largo de la maduración, lo cual Schiffner en 1978 lo indica como una consecuencia de la producción de ácido láctico.

Al quedar expuesto el producto a la luz, esta actúa sobre las grasas que al enranciarse contribuyen al cambio del aroma del embutido crudo (3, 13, 46, 48).

Esto perjudica enormemente la calidad del producto ya que el aroma del embutido crudo es una característica importante de su calidad.

GRAFICA 7.5.- Aroma vs Tiempo de maduración.



f). - Color.

La evaluación del color se llevo a cabo mediante un panel entrenado. La técnica se describe en el apéndice B.2.

El lote inoculado, a lo largo de la maduración siempre presentó valores por arriba del lote sin inocular lo que se puede observar en la gráfica 7.8.

Schiffner confirma que para la formación del color del curado es muy importante que el pH descienda a 5.2 e inclusive por debajo de este valor. En presencia de nitritos se produce nitrosomioglobina y el embutido toma el color rojo característico (44).

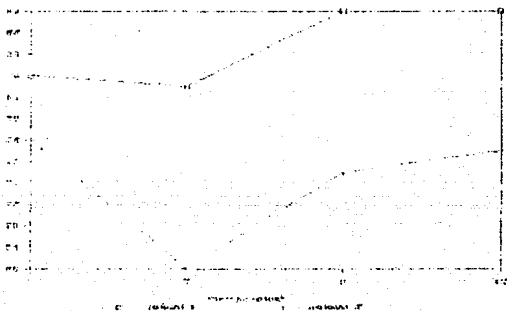
Bacus y Schiffner coinciden en señalar que el *Pedococcus acidilactici*, tanto por su acción reductora como por el descenso del pH, desarrolla el proceso de enrojecimiento del producto (3, 44).

Al quedar expuesto el producto a la luz, esta actúa sobre las grasas que además de enranciarse contribuyen al cambio de la coloración del embutido crudo puesto que altera el pigmento muscular mediante reacciones de oxidación lo que es observado para ambos lotes (13, 46, 48, 49).

Esto perjudica enormemente la calidad del producto ya que el color del embutido crudo es una característica importante de su calidad.

La aplicación del *Pediococcus acidilactici* en la elaboración del salami permite que las propiedades organolépticas del producto final resulten.

GRAFICA 7.6.- Color vs Tiempo de maduración.



7.2.- CONCLUSIONES.

El uso de cultivos iniciadores en la elaboración de salami favorece la etapa de maduración al ocasionar un descenso rápido del pH, factor que permite que el salami alcance el pH final recomendado en un menor tiempo.

El *Pediococcus acidilactici* ayuda a la desaparición de nitritos en el salami lo cual es de suma importancia, ya que evita la formación de sustancias cancerígenas como las nitrosaminas, esto se observa en la primera etapa de la maduración.

En la elaboración de salami se evita la existencia de microorganismos patógenos con la adición de cultivos iniciadores por el efecto de inhibición que posee el *Pediococcus acidilactici*, en los primeros días, ya que al final de la maduración intervienen diferentes factores como son la pérdida de humedad, la presencia de sal y sales curantes, así como la temperatura y la humedad relativa de la cámara de maduración.

La pérdida de humedad es afectada por factores ambientales como es el flujo de aire en la cámara de maduración, al igual que la temperatura y la humedad relativa que permiten que exista un gradiente de humedad evitando que el producto sufra una deshidratación, en este caso el *Pediococcus acidilactici* no presenta influencia alguna.

La aplicación de cultivos iniciadores ayuda a desarrollar mejor las características organolépticas del salami como es el color y aroma.

La formulación que permite tener las características estudiadas en el mejor valor en el producto final es el salami número uno.

7.3.- RECOMENDACIONES.

Es conveniente que para la maduración de un embutido como el salami se disponga de una cámara exclusiva para su maduración, de tal forma que sean fijadas las condiciones de humedad y temperatura y que no existan factores que puedan alterarlas.

Para que el manejo del *Pedococcus acidilactici* sea sencillo es necesario contar con el equipo adecuado para permitir la aplicación de la cepa al producto.

Se recomienda la aplicación del análisis estadístico ortogonal en experimentos de este tipo ya que es de gran ayuda dado que permite obtener mucha información con un número reducido de experimentos.

VIII. - APENDICES.

B.1.- FORMULACIONES DE SALAMI.

El salami puede ser preparado según diversas formulaciones las cuales estarán acorde con la región de origen del salami o bien con la población a la que está dirigida el producto. Las siguientes son formulaciones para diferentes tipos de salami:

1. - Salami de Vich	%
Carne magra de cerdo	67.57
Tocino salado	28.96
Sal fina	2.00
Nitro	0.10
Azúcar	0.20
Pimienta negra molida	0.24
Pimienta entera	0.05
Vino de jerez	1 vasito
2. - Salami tipo mezcla.	
Carne magra de cerdo	33.96
Carne de primera de vacuno	33.96
Tocino de papada	19.40
Tocino en cubitos	9.70
Sal	2.43
Nitro	0.10
Azúcar	0.10
Pimienta blanca molida	0.24
Pimienta negra en grano	0.05
Nuez moscada	0.07
3. - Salami de Lyon	
Carne magra de cerdo	76.92
Tocino salado	19.23
Sal fina	2.86
Pimienta blanca molida	0.19
Pimienta blanca en grano	0.10
Las cuatro especias	0.30
Azúcar	0.40
4. - Salami de Milan	
Carne magra de cerdo	72.18
Carne grasa de cerdo	24.09
Sal	2.80

Nitro	0.10
Azúcar	0.19
Pimienta blanca cascada	0.40
Nuez moscada	0.19
Vino de Marsala con un ajo mojado	1 vaso
5.- Salami Hungaro	
Carne de cerdo	71.70
Tocino salado	23.90
Sal	3.25
Nitro	0.29
Azúcar	0.29
Pimienta blanca	0.40
Pimentón diluido en aguardiente	0.19
Ajo mojado al ron	1 vaso
6.- Salami Suizo	
Carne de vacuno	48.19
Carne de cerdo	28.92
Tocino	19.28
Sal	3.37
Pimienta	0.19
Espicias finas	0.05
7.- Salami Americano	
Carne de magra de buey	28.93
Carne magra de cerdo	48.22
Tocino duro	19.29
Sal	2.89
Nitro	0.10
Azúcar de caña	0.19
Pimienta blanca molida	0.39
8.- Salami Alemán	
Carne magra de cerdo	47.50
Carne magra de buey	23.78
Tocino salado	23.78
Sal	3.57
Azúcar	0.80
Pimienta	0.48
Nitro	0.24
Un diente de ajo mojado en vino blanco	1 vaso
Se omite en vejiga de ternera.(41).	

8.2. TÉCNICAS DE ANÁLISIS.

METODO DE GRIESS

Material y Equipo.
Matraz aforado de 100 ml.
Matraz aforado de 50 ml. (2).
Baño María.
Pipeta de 10 ml.
Pipeta de 5 ml. (2).
Pipeta de 1 ml. (3).
Embudo.
Soporte, anillo, mechero.
Espectrofotómetro con tubos.
Licuadora.
Papel Whatman no. 40.
Reactivos.
Solución tipo de nitritos.
Solución alcalina pH 8.
Acetato de Zinc al 20 %.
Ferrocianuro de potasio al 10 %.
Acido sulfanílico al 0.3334 %.
Alfanalftilamina al 0.1 %.

Preparación de reactivos.

1. - Solución alcalina. - se ajusta el pH del agua destilada a 8 con hidróxido de sodio 1 N.

2. - Solución tipo de nitritos. - disolver 0.4929 g. de nitrito de sodio en agua destilada y aforar a un litro. Efectuar una dilución 1:100 con 5 o 10 ml. de la solución anterior. para obtener una solución que contenga 0.001 mg. de nitrógeno por ml..

3. - Acetato de zinc al 20 %. - disolver 20 g. de acetato de zinc en 50 ml. de agua destilada, añadir 3 ml. de ácido acético glacial y aforar a 100 ml. con agua destilada.

4. - Ferrocianuro de potasio al 10 %. disolver 10 g de ferrocianuro de potasio en agua destilada y aforar a 100 ml..

5. - Acido sulfanílico al 0.3334%. - en un matraz aforado de 100 ml. se colocan 0.3334 g. de ácido sulfanílico y se adicionan 15 ml. de ácido acético glacial. se adiciona lentamente y con agitación

continua agua destilada, hasta lograr la solubilidad del ácido, aforar a 100 ml. con agua destilada.

6.- Alfanaftilamina al 0.1 %.- disolver 0.1 g de alfanaftilamina en 15 ml de ácido acético glacial, aforar a 100 ml. con agua destilada. Este reactivo es estable durante dos a tres semanas y debe guardarse en frasco ambar.

Preparación de la curva tipo de nitrógeno.

1.- Poner por triplicado en matraces volumétricos de 50 ml. alícuotas variables de la solución tipo de nitritos.

2.- Adicionar a cada matraz 1 ml. de solución de ácido sulfanílico y 1 ml. de solución de alfanaftilamina, aforar con agua destilada y dejar en reposo por 30 min..

3.- Leer la absorbancia a 520 nm..

4.- Graficar concentración del nitrógeno expresada en μg contra lecturas de absorbancia.

Preparación de la muestra.

1.- En una licuadora se homogenizan 10 gramos de la muestra empleando 25 ml. de agua alcalina caliente. El homogenizado se transfiere a un matraz aforado de 100 ml. y el vaso de la licuadora se lava con 30 ml. de agua alcalina caliente, para recuperar cuantitativamente el homogenizado.

2.- El homogenizado se calienta en baño María a ebullición durante 30 min. y posteriormente se enfría al chorro de agua.

3.- Adicionar 5 ml. de ferrocianuro de potasio al 10 % y 5 ml. de acetato de zinc al 20 %, mezclar y aforar a 100 ml. con agua

destilada.

4.- Reposar 10 min. y filtrar con papel Whatman no. 40.

Identificación de nitritos.

1.- Pasar 1 ml. del filtrado del apartado anterior a un matraz aforado de 50 ml. añadir en el siguiente orden y con agitación; 1 ml. de ácido sulfanílico y 1 ml. de alfa naftilamina, aforar con agua destilada.

2.- Hacer un testigo procediendo como en el inciso anterior, pero sin adicionar una alícuota del filtrado.

3.- Una vez transcurridos 45 min. leer en el espectrofotómetro a 520 nm. ajustando a cero con el testigo.

4.- Interpolarse la lectura en una curva tipo trazada a partir de las lecturas espectrofotométricas obtenidas a partir de cantidades variables de solución tipo de nitritos, tratadas de igual manera que la muestra.

5.- Cálculo:

$$\text{opm NaNO}_2 = \frac{L \times V \times F}{m \times a}$$

L= lectura en la curva tipo (μg de nitrógeno).

V= volumen al que se llevo el aforo.

m= peso de la muestra en gramos.

a= alícuota.

F= factor gravimétrico para convertir N a NaNO_2 .

$$F = \frac{\text{NaNO}_2}{\text{N}} = \frac{69}{14} = 4.928 \quad (15)$$

MEDICION DE pH.

La determinación del pH se lleva a cabo experimentalmente de la siguiente forma:

Material y Equipo.
Matraz aforado de 250 ml.
Embudo.
Papel Whatman.
Algodón.
Licuadora.
Potenciómetro.
Solución reguladora.

Procedimiento.

1.- Pesar 10 gramos de la muestra y homogenizarlos en la licuadora con 10 ml. de agua destilada, transferir la mezcla a un matraz aforado de 250 ml., enjuagar el vaso de la licuadora con agua destilada, recuperando la muestra en el matraz aforado, agitar el matraz y aforar.

2.- Dejar sedimentar y filtrar a través de algodón, posteriormente filtrar empleando papel poro mediano.

3.- Colocar el filtrado en un vaso de precipitado de 100 ml. y determinar el pH empleando un potenciómetro. Es importante tener en cuenta que para hacer una determinación correcta, los electrodos deben estar perfectamente limpios y el aparato deberá calibrarse previamente utilizando una solución reguladora control.

4.- El pH se lee directamente en la escala del potenciómetro (15).

DESTILACION AZEOTROPICA.

Este método incluye la destilación del producto alimenticio con un disolvente inmiscible que tiene un elevado punto de ebullición y una densidad menor que las del agua, por ejemplo, tolueno, heptano y xileno. El agua que se destila cae debajo del disolvente condensado en un recipiente graduado, en el cual se puede medir el volumen de la fase acuosa. Aunque los resultados bajos son comunes en el método de destilación, este tiene la ventaja que una vez que se ha montado el aparato necesita poca atención y que cualesquier aceites volátiles que destilen, no son medidos, dado que quedan atrapados en el disolvente inmiscible.

Material
Vidrio de reloj
Soporte universal
Pinzas para soporte
Matraz de bola de 250 ml.
Trampa de Bidwell
Mantilla de calentamiento
Mangueras
Reóstato
Papel aluminio
Agua
Tolueno

Procedimiento.

- a.- Se pesan 5 gramos de la muestra homogenizada envolviéndose en papel aluminio.
- b.- Se coloca la muestra en el matraz de bola agregando tolueno hasta que la muestra quede cubierta por este.
- c.- Montar el aparato como se muestra en la figura.
- d.- Leer ml. de agua obtenidos.

e. - Calcular el porcentaje de humedad por la fórmula siguiente:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{ml de agua} \times 100}{\text{g. muestra}}$$

(15).

CUENTA TOTAL BACTERIANA.

a. - Se transfiere 10 gramos de la muestra a un frasco con 90 ml. de solución reguladora de fosfatos. Agitar.

b. - Efectuar diluciones usando alicuotas de 10 ml. en botellas con 90 ml. de solución reguladora de fosfatos o alicuotas de 1 ml. en tubos de 9 ml. de solución reguladora de fosfatos.

c. - Inocular 1 ml. de las diluciones señaladas en cajas de petri previamente esterilizadas.

d. - Agregar a cada caja 15 a 20 ml. de medio agar-triptona-extracto de levadura fundido y mantenido a 45° C.

e. - Incorporar el inóculo al medio por rotación de la caja sobre una superficie lisa. Dejar solidificar.

f. - Incubar las cajas en forma invertida a 37° C durante 24 horas.

g. - Contar todas las colonias desarrolladas.

h. - Informar considerando la dilución (15, 28, 30, 38)

PRUEBAS ORGANOLEPTICAS.

La evaluación sensorial es una disciplina científica usada para describir, medir, analizar e interpretar aquellas características de los alimentos que son percibidas por los sentidos (Vista, olfato, gusto, tacto y oído.). Así mismo se considera como un proceso integrado del cerebro para medir y evaluar los atributos de un alimento.

Cuando la calidad de un producto alimenticio es evaluada por medio de los órganos sensoriales humanos se dice que la evaluación es sensorial o subjetiva. La mayoría de los juicios de calidad de alimentos son de este tipo (14).

COLOR

La percepción del tamaño, forma y color de los alimentos y las características tales como transparencia, opacidad, turbidez, deslustre o brillo son medidas por los órganos de la vista.

Las ondas individuales que conforman a la luz blanca pueden descomponerse en todos los colores del arcoiris si se enviara luz a través de un prisma. Un objeto que refleja todos estos rayos aparece como blanco, uno que absorbe todos los componentes de la luz blanca aparece como negro. El ojo (junto con el cerebro.) es capaz de distinguir las ondas que constituyen la luz blanca. Aquellos rayos con las longitudes de ondas más corta causan la respuesta que llamamos

" violeta " y las ondas más largas del otro extremo, la respuesta que llamamos " rojo ". Los objetos aparecen coloreados debido a que la luz que desde ellos llega al ojo, sólo contiene una parte de la sección del espectro visible.

El color de los alimentos contribuye grandemente a nuestra apreciación estéticamente de ellos. Además de proporcionar placer, el color de los alimentos se asocia con otros atributos. Por ejemplo, la madurez de frutas como plátanos y fresas se asocia con el color. El color se utiliza como índice de calidad de varios alimentos (14).

AROMA

El olor de un alimento contribuye grandemente al placer de comer. El olor, al igual que la apariencia, puede ser un índice valioso de la calidad de un alimento e incluso de su buen estado y frescura.

El aroma es la propiedad de una sustancia o varias que es percibida en humanos y otros vertebrados por inhalación en la cavidad nasal u oral; que genera una impresión en el Área olfativa del cuerpo y que durante y como resultado de esa inhalación es distinto de ver, oír, gustar o sentir y no causa irritación, enfriamiento, calor, resequedad, humedad u otras funciones ajenas al área olfativa. fisiológicamente aroma ,son las sensaciones percibidas a partir de respuestas del nervio olfativo.

Existen muchas dudas acerca de como se perciben los olores, aunque existen dos puntos en los que hay consenso. Una sustancia que produce olor debe ser volátil y las moléculas de la sustancia deben hacer contacto con los receptores en el epitelio del órgano olfativo. La información así percibida en los extremos terminales del órgano sensorial se transmite como impulso eléctrico hasta el cerebro, en donde se interpreta el mensaje. No se sabe como se inicia el contacto de una molécula olorosa para originar el impulso que da lugar a la sensación del olor, las concentraciones a las cuales se pueden detectar las sustancias en el aire son increíblemente bajas. Una sustancia olorosa, la vainillina, puede detectarse cuando la concentración es de sólo 2×10^{-10} mg. por litro de aire, una concentración realmente baja (14).

Para estas pruebas se tomarán muestras de salami de los diferentes lotes, los cuales estarán determinados por el cambio en la concentración de algún ingrediente de la formulación. A cada uno de los lotes se les calificará (tomando en cuenta la suma importancia de estos aspectos) su olor y color, desarrollados a lo largo de la maduración del salami.

Las pruebas organolépticas que se efectúan son del tipo afectivo o del consumidor, las cuales sirven para evaluar aceptación, preferencia o nivel de agrado. Para efectuar estas pruebas conviene un mínimo de 10 jueces seleccionados y bien entrenados, que cuenten con una buena agudeza sensorial.

La selección de los panelistas se efectúa mediante una prueba de doble referencia en donde se busca determinar si existe diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando estas, contra las mismas dos marcadas como referencias. A través del número de aciertos registrados se observan diferencias significativas entre las muestras analizadas a partir de lo cual se selecciona a un juez.

Para las pruebas a realizar se siguen las pruebas de nivel de agrado o test hedónicos en donde se localiza el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica (37).

Se harán 10 pruebas con personas diferentes y se efectúa una sumatoria de todos los resultados y considerando este valor bajo la siguiente calificación :

10	sobresaliente
9	muy bien
8	bastante bien
7	bien
6	satisfactorio
5	mediano
4	pequeños defectos
3	deficiente
2	malo
1	muy malo (44).

8.3.- MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El método de análisis estadístico a utilizar es para un diseño 2^k de media repetición. Los experimentos factoriales fraccionados se utilizan cuando no se desean conocer todas las interacciones o en algunos casos cuando el investigador pueda tener restricciones económicas que le impidan hacer observaciones sobre todas las 2^k combinaciones de tratamiento.

El principio de uso de este experimento factorial se basa en una cuidadosa planeación preliminar a modo de que de un experimento completo 2^k factorial se hace una división en bloques (en este caso en dos bloques) en donde se ha confundido un efecto. De la división en bloques se elige el bloque que de más información o bien que la información que proporcione sea la más adecuada. (1, 8, 10, 18, 20, 27, 31, 40, 48).

Las combinaciones de los diferentes factores (inóculo, azúcar, sal, sal cura para el presente proyecto) en sus dos niveles a considerar proporcionan un total de dieciséis tratamientos diferentes del cual el bloque elegido es el siguiente, en donde al nivel máximo de cada factor la corresponde su letra mayúscula siendo A para la presencia de inóculo, B para la concentración de azúcar, C para la concentración de sal y D para la concentración de sal cura.

SALAMI	INOCULO	AZUCAR	SAL	SAL CURA	TRATAMIENTO
1	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MAXIMO	ACD
2	MAXIMO	MINIMO	MINIMO	MINIMO	A
3	MAXIMO	MAXIMO	MAXIMO	MAXIMO	ABCD
4	MAXIMO	MAXIMO	MINIMO	MINIMO	AB
5	MINIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	C
6	MINIMO	MINIMO	MINIMO	MAXIMO	D
7	MINIMO	MAXIMO	MAXIMO	MINIMO	BC
8	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	BD

Para seleccionar el bloque de tratamiento se utilizo como contraste de definición la combinación de factores ACD de tal forma que los factores que se involucran en el error son: AB, BC, BD junto con sus alias respectivos BCD, ABD, ABC. Para el análisis se considerará como factor primordial al inóculo correspondiendole un alias CD que se considera no significativo.

Para efectuar el análisis de los datos y determinar la significancia de los diferentes factores se utiliza el siguiente cuadro para la experimentación factorial fraccionada 2^4 de media repetición.

SALAMI	TRATAMIENTO	A	B	C	D	AB	BC	BD	VALOR
1	ACD	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	
2	A	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	
3	ABCD	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
4	AB	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	
5	C	-1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	
6	D	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	
7	BC	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	
8	BD	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	

Para determinar la suma de cuadrados correspondiente a cada factor se toman los valores para cada salami multiplicándose por el signo y sumándose, dicha suma se eleva al cuadrado y se divide entre el total de tratamientos.

Para calcular la suma de cuadrados total se suman los cuadrados de los valores restandole la suma de estos elevada al cuadrado y dividida entre el total de tratamientos.

Para la suma de cuadrados del error se toman en cuenta las sumas de cuadrados de los factores AB, BC y BD.

Para determinar que tan significativo es el valor se tomaran los niveles de significancia de 0.05 y 0.01 correspondiéndoles los valores de 10.1 y 34.1 respectivamente.

IX. - BIBLIOGRAFIA

1. - ANDERSON, V. L., et al.(1974).
"Design of Experiments". Serie Statistics Vol. 5.
Editorial Marcel Dekker Inc., U.S.A., p.350-360.
2. - ANDRES, C.(1979).
"Startert Culture Reduces Residual Nitrite in Bacon."
Food Processing, Mayo 1979, p.56-58.
3. - BACUS, J.(1984).
"Actualización sobre la Fermentación de Embutidos Carnicos."
Food Technology, Vol. 38 No. 6, p.59-63.
- 4- BARTHOLOMEW, D.T. and BLUMER, T.N.(1980).
"Effects of Lactic Acid Bacteria on Quality of Country-Style Ham."
Journal of Food Science, Vol. 45, p.426-430.
5. - BARTHOLOMEW, D.T. and BLUMER, T.N.(1977).
"The Use of a Comercial *Pedococcus cerevisiae*startert Culture in
the Production of Country-Style Hams."
Journal of Food Science, Vol. 42 No. 2, p.404-407.
6. - BELITZ, H.D. and GROSCH, W.(1988).
"Química de los Alimentos."
Acribia, España, p.478-481.
7. - BERSANI, G. y CANTONI, C.(1983).
"Uso de *Pedococcus* en la Maduración de Salami Italiano."
Industria Alimentaria, Vol. 22 No. 12, p.937-941.
8. - BROWNLEE, K. A.(1965).
"Statistical Theory and Methodology."
Ed. John Wiley and Sons, U.S.A., p.517-524.

9. - BUTRON LOPEZ, J.A. (1984).
 "Implementación de un Sistema de Control de Calidad en una Industria Empacadora de Carnes Frías."
 Tesis, Facultad de Química, UNAM. p.87-90,100-103.
10. - COCHRAN, W. G., COX, G.M. (1967).
 "Diseños Experimentales."
 Trillas, México. p.279-307.
11. - CODIFICACION SANITARIA MEXICANA. (1972).
 Andrade S.A., 2a edición, México.
12. - COORDINACION GENERAL DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL. (1976).
 "El Desarrollo Agroindustrial y los Sistemas Alimentarios Básicos: Carne."
 SARH, México. p.60-61.
13. - CORETTI, K. (1971).
 "Embutidos: Elaboración y Defectos."
 Acribia, España. p.38-39.
14. - CHAPLEY, H. (1988).
 "Preparación de Alimentos. Tomo I: Subtecnología."
 LIMUSA, México. p.11-23.
15. - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA BIOQUIMICA. AREA ALIMENTOS. (1987).
 "Instructivo de Alimentos."
 ENCB, IPN, México. p.45-47,50-52.
16. - DIAZ ESPINOZA DE LOS MONTECINOS. (1978).
 "Tecnología para la Elaboración de Salami Crudo."
 Tesis. ENCB, IPN, México. p.10-16,20-30,33-36,55.
17. - DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION DE SALUD PUBLICA. (1974).
 "Proyecto de Normas Microbiológicas y Químicas para el Control Sanitario del Agua, Bebidas y Alimentos."
 SSA, México.

18. - DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.(1990).
 "Experimentos de Arreglos Ortogonales."
 Facultad de Ingenieria, Febrero 1990,UNAM. p.1-28.
19. - EGAN, H., et al.(1987).
 "Análisis Químico de Alimentos de Pearson."
 CECSA, México. p.24-27.415-417.
20. - ENHRENFELD, S., et al.(1964).
 "Introduction to Statistical Method."
 Mc Graw Hill, U.S.A.. p.405-417.
21. - FORREST, J., et al.(1979).
 "Fundamentos de la Ciencia de la Carne."
 Acribia, España. p.103-185.
22. - GERHARDT, U.(1975).
 "Especies y Condimentos.Ciencia y Tecnologia de la Carne."
 Acribia, España.
23. - HEINZ, W.(1973).
 "Tecnologia Práctica de la Carne."
 Acribia, España.
24. - INEGI.(1990).
 "Anuario Estadístico de los E.U.M. 1988-1989."
 SPP, México. p.581.039.
25. - INEGI.(1991).
 "Encuesta Mensual"
 SPP, Marzo 1991, México.
26. - INEGI-SARH.(1989).
 "Resumen Estadístico de la Producción Pecuaria 1977-1988."
 SPP, México. p.63-64.

27. - INFANTE GIL, S.; ZARATE DE LARA, G. (1984).
 "Métodos Estadísticos."
 Trillas, México.
28. - INSTRUCTIVO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS. (1978).
 "Microbiología Sanitaria."
 Depto. Microbiología, ENCB, IPN, México.
29. - LAWRIE, R. A. (1967).
 "Ciencia de la Carne."
 Acribia, España, p. 70-123.
30. - MEDINA MONROY, M. A. (1985).
 "Montaje de un Laboratorio de Análisis Microbiológico de Alimentos."
 Tesis. ENCB, IPN, México, p. 18
31. - MILLER, I., FREUND, J. E. (1980).
 "Probabilidad y Estadística para Ingenieros."
 Prentice Hall Hispanoamericana, México, p. 435-462.
32. - NORMA OFICIAL MEXICANA. (1970).
 "Calidad para Salami Cocido. NOM-F-142-1970."
 Dir. Gral. de Normas, SECOFI, México.
33. - NORMA OFICIAL MEXICANA. (1986).
 "Determinación de Humedad en Productos Alimenticios.
 NOM-F-93-1986."
 Dir. Gral. de Normas, SECOFI, México.
34. - NORMA OFICIAL MEXICANA. (1978).
 "Determinación de Nitritos en Embutidos. NOM-F-97-S-1978."
 Dir. Gral. de Normas, SECOFI, México.
35. - NORMA OFICIAL MEXICANA. (1978).
 "Determinación de pH en Alimentos. NOM-F-317-S-1978."
 Dir. Gral. de Normas, SECOFI, México.

36. - NORMA OFICIAL MEXICANA.(1964).
 "Metodos de Prueba para la Determinación de Microorganismos.
 NOM-F-88-1964."
 Dir. Gral. de Normas, SECOFI, México.
37. - PEDRERO F., D.L.; PANSBORN,R.M.(1989).
 "Evaluación Sensorial de los Alimentos."
 Alhambra Mexicana, México, p.76-78,105-107.
38. - PEREZ S., R.(1974).
 "Métodos de Analisis de la Industria Charcutera."
 Acribia, España, p.41-46.
39. - PRICE, J.F.
 "The Science of Meat and Meat Products."
 Schweigert, Freeman and Co. San Francisco, E.U.2a.ed.
40. - ROSS, P.J.(1988).
 "Taguchi Techniques for Quality Engineering."
 Mc Graw Hill, Singapur, p.83-89,115-131.
41. -RUST, R.E.(1991).
 "Tecnología y Procesamiento de Cárnicos."
 Ciencia y Técnica Alimentaria. Curso.Diciembre 1991. México.
42. - SANZ, C.(1987).
 "Enciclopedia de la Carne."
 Espasa-Calpe S.A., España, p.623-625.
43. - SARH.(1991).
 "Boletín de Información Básica del Sector Agropecuario."
 SARH. México, Marzo 1991.
44. - SCHIFFNER.(1978).
 "Cultivos Bacterianos para la Industria Cárnica."
 Acribia, España, p.4-25,57-59,122-127.

45. - SCHILLINGER, U. and LUCKE, F-Earl. (1989).
"Antibacterial Activity of *Lactobacillus sake* Isolated from Meat."
Applied and Environmental Microbiology, Vol. 55 No. 18,
p.1901-1906.
46. - SMITH, J.L.; PALUMBO, S. (1983).
"Uso de Cultivos Iniciadores en Productos Cárnicos"
Journal of Food Protection, Vol. 46 No. 11, p.997-1006.
47. - WALPOLE, R.E., HYERS, R.H. (1986).
"Probabilidad y Estadística para Ingenieros."
Ed. Interamericana, México.
48. - ZAIKA, I., et al. (1976).
"The Role of Nitrite and Nitrate in Lebanon Bologna of Fermented
Sausage."
Journal of Food Science, Vol. 41, p.1457-1460.
49. - ZUBILLAGA, M.P. (1984).
"Actividad Antioxidante del Nitrito de Sodio en Carnes."
Journal American Oil Chemists, Vol. 61 No. 4, Abril, 1984,
p.772-776.
50. - ZWANENBERG DE MEXICO.
"Lactocel. Especificaciones técnicas."
Zwan. Mexico.