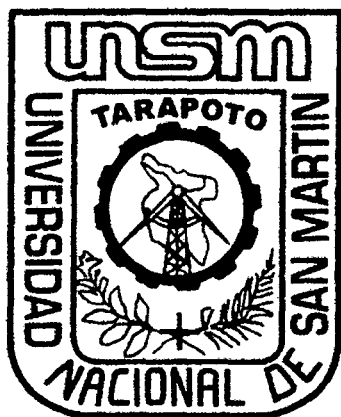


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA CECINA Y  
EVALUACIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES DURANTE  
EL ALMACENAMIENTO**

**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por el Bachiller  
MERLIN DEL AGUILA HIDALGO**

**TARAPOTO - PERÚ  
2000**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

### MEJORAMIENTO TECNOLOGICO DE LA CECINA Y EVALUACION DE EMPAQUES FLEXIBLES DURANTE EL ALMACENAMIENTO

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**MERLIN DEL AGUILA HIDALGO**

SUSTENTADA Y APROBADA EL 23 DE JUNIO – 2000

ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

  
\_\_\_\_\_  
**ING° EPIFANIO MARTINEZ MENA**

PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
**ING° THONY ARCE SAAVEDRA**

SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
**ING° EULER NAVARRO PINEDO**

MIEMBRO

  
\_\_\_\_\_  
**ING° M. Sc. ABNER OBFELIX OBREGON LUJERIO**

ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mis Padres, Juan y Anita, por el apoyo incondicional para alcanzar la meta trazada.

A mis hermanos Manuel, Jerdy, Norith, Eylith y a mis sobrinos(as) Lleny Morela, Karina, Brenda Irka, Mariolina y Carlos Gabriel. Quienes me brindaron el apoyo moral para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

- Al Ing. M.Sc. ABNER FÉLIX OBREGÓN LUJERIO. Patrocinador y Profesor Principal de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM. – Tarapoto, por su acertada orientación profesional.
- Al Ing. ENRIQUE TERLEIRA GARCÍA. Jefe del Laboratorio de Análisis de los Alimentos de la UNSM. – Tarapoto, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de los análisis respectivos.
- Al Ing. CIP. JERDY DEL AGUILA PAREDES. Por su apoyo en la interpretación de los Análisis Estadísticos en el desarrollo de la presente Tesis.
- A la Bach. CLAUDIA VÁSQUEZ PANDURO, por el apoyo durante el tipeo del presente Trabajo de Investigación.
- A toda la Comunidad Universitaria en especial a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial y aquellas personas que desinteresadamente contribuyeron en mi formación profesional.

## INDICE

RESUMEN	07
SUMARY	08
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>09</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>10</b>
2.1. Ganado porcino	10
2.2. Beneficio	10
2.2.1. Relación entre beneficio y conservación	12
2.3. Características de la carne de cerdo	13
2.3.1. Calidad y Factores cualitativos de la carne	14
2.3.2. Propiedades físico químicas de la grasa de cerdo	16
2.4. La Cecina	17
2.4.1. Salazón	17
2.4.2. Ahumado	19
2.4.3. Secado de sólidos (carne)	23
2.4.4. Tecnología Tradicional de elaboración de Cecina	24
2.5. Tecnología del empaque y embalaje	26
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>31</b>
3.1. Materia prima e insumos	31
3.2. Equipos y materiales	32
3.3. Reactivos	33
3.4. Metodología experimental	33
3.4.1. Diseño Experimental	37
3.5. Métodos de control	38
3.5.1. Carne de cerdo (carcasa)	38
3.5.1.1 Análisis proximal y físico químico de la carne	38
3.5.2. Estudio de secado - ahumado	39
3.5.3. Estudio del empaque y almacenamiento	39
3.5.4. Producto Final	39
3.5.4.1. Análisis proximal	39
3.5.4.2. Análisis Físico - químico.	40
3.5.4.3. Evaluación sensorial	40
3.5.4.4. Análisis microbiológico	40
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>41</b>
4.1. Beneficio y la carne de cerdo	41
4.1.1. Características de la carne de cerdo	42
4.2. Estudio de secado ahumado de la cecina	42
4.3. Flujograma final de elaboración de la cecina	48
4.4. Estudio de almacenamiento	51
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>59</b>
<b>VI. RECOMENDACIÓN</b>	<b>60</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>61</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>63</b>

## RELACION DE CUADROS

Nº	DESCRIPCION	PAGINA
1	Rango de rendimiento de productos del beneficio de animales (%)	11
2	Composición química de la carne de cerdo	13
3	Porcentaje de ácidos grasos en algunos alimentos	14
4	Contenido de colesterol en carnes	14
5	Diseño experimental para el secado ahumado	38
6	Peso en kilogramos del producto resultante del beneficio del ganado porcino especie Landrace	41
7	Análisis proximal de la carne de cerdo	42
8	ANVA para la evaluación sensorial de la cecina durante el secado ahumado a temperatura 40,50y60°	46
9	Prueba de Duncan para la evaluación sensorial de la cecina durante el secado ahumado a temperatura 40,50y60°C	47
10	Análisis proximal de la cecina resultante del mejor tratamiento en el sacado ahumado	48
11	Análisis de la cecina antes del almacenamiento	50
12	Análisis microbiológico de la cecina al final del almacenamiento	57
13	Valores promedios de evaluación sensorial durante el almacenamiento	58

## RELACION DE FIGURAS

Nº	DESCRIPCION	PAGINA
1	Flujograma tradicional de elaboración de cecina	27
2	Flujograma preliminar de elaboración de cecina	36
3	Curva de secado de la cecina	43
4	Velocidad de secado de la cecina a T=40°C	44
5	Velocidad de secado de la cecina a T=50°C	44
6	Velocidad de secado de la cecina a T=60°C	44
7	Flujo definitivo de elaboración de cecina	49
8	Indice de acidez de la cecina almacenada a 28°C	52
9	Indice de acidez de la cecina almacenada a 37°C	52
10	Indice de peróxido de la cecina almacenada a 28°C	55
11	Indice de peróxido de la cecina almacenada a 37°C	55
12	Indice de yodo de la cecina almacenada a 28°C	56
13	Indice de yodo de la cecina almacenada a 37°C	56

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación "Mejoramiento tecnológico de la cecina y evaluación de empaques flexibles durante el almacenamiento", se desarrolló en los Laboratorios de Análisis y composición de los alimentos, Control de calidad, y Microbiología y fermentación de la Facultad de Ingeniería agroindustrial de la UNSM. La investigación se realizó en dos etapas 1) Estudio del secado-ahumado de la cecina y 2) evaluación de empaques flexibles durante el almacenamiento de cecina. Para el estudio secado ahumado, se preparó filetes de carne de cerdo de 12 cm. largo, 12 cm. ancho y 0.7 cm. de espesor procedente del brazuelo y pierna, salazón húmeda en una solución al 11,3% de sal (12°Be) durante 01 hora para establecer la curva de secado y la velocidad de secado a temperaturas de 40, 50 y 60 °C y ajustada a una humedad de 35, 40 y 45 %. Obteniéndose como el mejor parámetro de secado a 50 °C por 4 horas y 12 minutos (humedad de equilibrio  $X^* = 0.225$  gr. H<sub>2</sub>O /gr. m.s., Humedad crítica  $X_c = 0.48$  gr. H<sub>2</sub>O/gr. m.s. y una velocidad constante de secado  $R_c = 0.000066$  gr./cm<sup>2</sup>x min.) y una humedad final de 40 % en base húmeda; el cual fue confirmado como el mejor tratamiento mediante la evaluación sensorial y análisis proximal. La cecina obtenida posee 39.78 % de proteína, grasa 13.28 %, ceniza 6.48% y humedad 40 %.

En almacenamiento a temperatura de 37°C y 28±2°C (Temp. ambiente) en empaques flexibles (Celfán, Polietileno de alta densidad, aluminio y bilaminado), se evaluaron las propiedades químicas (índice de yodo, peróxido y acidez) en la cecina. La variación de estas propiedades fue mayor a 37°C en polietileno, celfán y aluminio, encontrando valores de 0.09 %, 0.082 % y 0.025 % de ácido oleico (índice de acidez), índice de peróxido (MiliEq/Kg. de grasa) 34, 28, 20; índice de yodo (%) 88, 81, 100 respectivamente a los 90 días de almacenamiento y para empaque bilaminado se mantiene constante. Estadísticamente hay diferencia significativa entre los cuatro empaques estudiados, siendo el bilaminado, el que protege mejor las características de la cecina, prueba que es confirmado por los jueces de la evaluación sensorial quienes calificaron al producto como bueno en el periodo de 90 días y la bondad microbiológica de la cecina (ausencia de hongos).

## SUMMARY

The present investigation work "Technological Improvement of the Cecina and flexible Packings Evaluation during the storage", was developed in the Laboratories of Analysis and composition of the foods, quality control, and Microbiology and Fermentation of the Agroindustrial Engineering Faculty of the National University of San Martín. The investigation was carried in two stages 1) Study of the dried - smoked of the cecina and 2) packings evaluation flexibles during the storage of cecina. for the smoked dried study, is preparó filets of pork meat of 12 cm. long, 12 cm. broad and 0.7 cm. of thickness originating from brazuelo and leg, humid salation in a solution of 12° Be during 01 hour to establish the curve of dried and the speed of dried at temperatures of 40, 50 and 60° C and adjusted to a dampness of 35, 40 and 45%. being Obtained as parameter the best from dried to 50° C by 4 hours and 12 minutes ( balance dampness  $X^* = 0.225$  gr. H<sub>2</sub>O /gr. m.s., critical dampness  $X_c = 0.48$  gr. H<sub>2</sub>O/gr. m.s. and a constant speed of dried  $R_c = 0.000066$  gr./cm<sup>2</sup>x min.) and a final dampness of 40% in wet base; the one which was confirmed as treatment the best through the evaluation sensorial and analysis proximal. the cecina obtained possesses 39.78% of protein, fat 13.8%, ash 48% and humidity 40%.

During the storage at temperature of 37°C and 28±2°C ( ambient temperature) in flexible packing (Cellophane, politileno of high density, aluminium and bilaminado), were evaluated the chemistry properties ( iodine index, peroxido and acidity) in the cecina.. The variation of these properties was greater to 37°C in polyethylene, cellophane and aluminium, finding a value of 0.09% and 0.082% and 0.025% of acid oleico ( acidity index), index of peroxido (Milieq/Kg of fat) 34, 28, 20; iodine index (%) 88, 81, 100 respectively to 90 storage days and for packing bilaminado is maintained constant. estadísticamente there is meaningful difference between the four studied packings, being the bilaminado, the one which proteje better the characteristics of the cecina. test that it is confirmed by the judges of the Evaluation Sensorial, who qualify that to the product as good in the periodo of 90 days and the kindness microbiological of the cecina (absence as fungi).



## I. INTRODUCCIÓN

La actividad pecuaria, en el país y en la Región San Martín, es considerada como una de las principales actividades del poblador, contando con una población ganadera de 120,895 cabezas de ganado porcino y 112,970 cabezas de ganado vacuno (INEI, 1997). La producción de cerdo presenta muchas ventajas para el ganadero, la carne de cerdo proporciona más platos comestibles que cualquier otro tipo de carne, siendo la cecina un producto tradicional.

La producción de cecina en la región es realizada en forma empírica sin un criterio técnico en cuanto a procesamiento y calidad, aun así, tiene gran demanda en el mercado local a nivel de clase media y alta.

La cecina es un producto de la carne de cerdo, salada y ahumada; el salado, consiste en la utilización de la sal común o corriente, la cual cumple una acción deshidratante al contacto con la carne, y en función de ello un efecto conservador y mejora del sabor y color; en el ahumado se disminuye la actividad de agua; debido al secado y los componentes microbicidas y microbiostáticos que retardan el desarrollo microbiano y mejoran el sabor y aroma (Kern, 1994).

Actualmente la cecina se comercializa en el mercado sin ningún empaque que la proteja de las condiciones del medio ambiente, lo que acelera el deterioro e impide buscar mercados alternativos, en este sentido, el presente trabajo de investigación, pretende mejorar la tecnología del proceso con el propósito de obtener cecina de alto valor nutritivo y calidad, usando empaques flexibles para aumentar la vida útil de la cecina.

Los objetivos planteados son:

1. Evaluar la operación de secado - ahumado en la elaboración de cecina
2. Evaluar empaques flexibles durante el almacenamiento de la cecina.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. EL GANADO PORCINO

El cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus*) es una de las especies de mayor potencial carnicero. Pertenece a la clase de los mamíferos, orden de los ungulados, sub orden Artiodáctilos, familia de los suidos, sub familia de los Sainos y género Sus.

Es muy discutido el origen del cerdo doméstico, sin embargo, la mayoría de los estudios coinciden en que los cerdos europeos derivan del Jabalí de Europa (*Sus scrofa*) y los asiáticos del Jabalí de Asia (*Sus vittatus*), los cuales fueron evolucionando independientemente uno del otro, hasta que en el siglo XIX fueron objeto de diversos cruces, constituyendo la base de las razas actuales.

El cerdo es una de las especies domésticas de gran interés zootécnico y de mayor importancia carnicera, por su alto rendimiento en carcasa (Cadillo, 1996). En el Perú hay una gran diversidad de razas de cerdo: el Duroc, Hampshire, Yorkshire y el Landrace; esta última considerada como la mejor productora de carne. En la región San Martín, se encuentra generalizada la especie Landrace y Duroc; el sistema de crianza es de crianza extensivo o llamado a campo abierto y el sistema de crianza semi intensivo o llamado a campo cerrado (Pérez, 1992).

La población ganadera en el Departamento de San Martín tiende a incrementar en comparación a los años 1996-1997; en encuesta realizada por el INEI, 1998; se tiene registrado 180,976 cabezas de ganado porcino y 150,528 cabezas de ganado vacuno.

### 2.2. Beneficio

Beneficio es un conjunto de operaciones de matanza de los animales; esta operación debe realizarse en lugares higiénicas y bien diseñadas a fin de evitar la contaminación de las carnes por agentes microbianos, químicos o agentes externos

provenientes del medio ambiente; normalmente para beneficiar un cerdo, debe estar descansada, libre de enfermedades y en un buen estado de salud y gordura. Los factores que influyen en la calidad de los animales beneficiados son la especie, raza, sexo, edad y su estado general.

El beneficio del cerdo se realiza introduciendo un cuchillo por debajo del cuello, de tal forma que llegue a introducir directo al corazón, que asegura un sangrado bueno del animal. Una vez concluida la sangría se escalda al animal con agua caliente a una temperatura entre 66 a 71°C por espacio de 3 a 5 minutos con una ligera agitación para uniformizar el escaldado y facilitar la extracción de la cerda. Como producto resultante del beneficio del cerdo se tiene carcasa (68-78%), vísceras y apéndices (8-10%) y residuos orgánicos (10-12%).

El rendimiento en carcasa, es una expresión usada en términos ganaderos y carniceros, que se refiere a la relación del peso de la carcasa entre el peso vivo del animal, y representa entre el 68 al 78 % (Téllez, 1992) (ver cuadro 1).

**Cuadro 1:** Rango de rendimiento en % de productos del beneficio de animales.

ESPECIE	PRODUCTOS			
	CARCASA	PIEL	VISC. + APÉN.	RESIDUOS
Bovinos	48 – 55	7 – 8	15 – 17	25 – 27
Ovinos	38 – 50	8 – 10	12 – 14	30 – 32
Caprinos	36 – 48	8 – 10	10 – 12	30 – 32
Porcinos	68 – 78	--	8 – 10	10 – 12
Alpacas	46 – 53	6 – 7	8 – 9	30 – 32
Llamas	50 – 55	6 – 9	8 – 10	30 – 33
Vicuñas	51 – 59	5 – 6	6 – 7	25 – 26
Pollos	60 – 62	10 – 12	22 – 24	2 – 5
Cuyes	68 – 71	--	16 – 18	10 – 12
Conejos	60 – 62	6 – 8	18 – 25	8 – 10

Fuente: Téllez, 1992.

La carcasa se define como el cuerpo de cualquier animal sacrificado, después de la sangría y faenado. La carcasa de porcino, es todo el cuerpo del animal sacrificado, después de su sangría y eviscerado, separación de la lengua, las cerdas, las patas, los órganos urogenitales y las ubres (ITINTEC, 1977).

### **2.2.1. Relación entre Beneficio y Conservación**

En el campo de la Industria cárnica es importante conocer cuando un animal vivo, conviene adquirirlo, así como también, saber elegir una buena carcasa. El beneficio de un animal comprado vivo, es una alternativa muy usada en donde se adquiere el animal vivo y se envía a un matadero frigorífico de garantía, para su beneficio y posteriormente, es retirado a la carnicería cuando la carcasa ha sido enfriada, como mínimo 24 horas, en las cámaras del matadero frigorífico, se obtiene un buen producto (Téllez, 1992).

El rigor mortis, es un proceso natural de cambios físicos químicos y bioquímicos que experimenta el animal muerto (post mortem), en el cual pierde toda flexibilidad, explicándose ésta situación de la siguiente forma:

Cuando el animal está vivo tiene un pH de 7 a 7.5, tan pronto muere se inician cambios, uno de ellos es el descenso del pH, el que en pocas horas desciende hasta 5.4, momento en el cual se inicia el rigor mortis, es decir el endurecimiento y rigidez muscular, el que aparece entre las 2 a 8 horas del beneficio del animal y puede durar de 20 a 40 horas. La carne en esta situación se encuentra dura y no apto para el consumo, es recomendable que pase el rigor mortis, ideal dos días, mínimo un día, después del beneficio (Téllez, 1992).

La maduración de carnes, es un fenómeno bioquímico que consiste en cambios físicos y químicos en la naturaleza de las carnes, que continúan después del rigor mortis, por acción enzimática (autólisis y proteólisis), que actúan sobre los hidratos de carbono, los lípidos y las proteínas, estos cambios producen en las carnes nuevas

características organolépticas haciéndolas más suaves, jugosas y hasta más digeribles, esto es lo que se conoce como maduración de la carne (Téllez, 1992).

Una maduración controlada de la carne, permite un aroma agradable, esto se logra entre 3 a 5 días; una sobremaduración, hace que se pierdan muchas de las sustancias sápidas y aromáticas, lo que es mucho más notorio al someterlas a la cocción (Téllez, 1992).

### 2.3. Características de la carne de cerdo

La carne de cerdo es una excelente fuente de proteínas de alta calidad, de energía, de vitaminas del complejo B y de algunos minerales como fósforo, hierro y zinc, como se muestra en el cuadro 2; tiene en promedio, un porcentaje mayor de grasa que otras especies, ésta se encuentra localizada subcutáneamente, lo cual facilita su separación del tejido muscular, quedando al final una carne magra, tierna y muy nutritiva. La grasa de infiltración en esta especie es mínima de 2.5% a 3.0% (Téllez, 1992). En el cuadro 3, se observa un 34 % de ácidos grasos saturados, los mismos que favorecen la acumulación de colesterol en la sangre pero menor contenido en colesterol respecto a otros alimentos y más vulnerable al enranciamiento oxidativo, debido a mayor nivel de instauración de la grasa (Cadillo, 1996). El contenido de colesterol de la carne de cerdo y de otros animales se observa en el cuadro 4 (Téllez, 1992).

**Cuadro 2:** Composición química de la carne de cerdo.

NUTRIENTES	UNIDADES
Proteínas	15 – 23 %
Lípidos	7 – 8 %
Agua	71 – 76 %
Carbohidratos	0,05 – 0,18 %
Minerales	0,06 – 0,08 mg./100gr
Vitaminas	0,02 – 0,03 %

Fuente: Téllez, 1 992

**Cuadro 3:** Ácidos grasos en grasa de carnes (porcentaje).

GRASA	SATURADO	MONOINSATURADO	POLIINSATURADO
Vacuno	38	44	3
Cerdo	34	45	12
Pollo	28	35	21

Fuente: Cadillo, 1996.

**Cuadro 4:** Contenido de colesterol en carnes.

ESPECIE	(mg/100gr)
Porcino	69
Bovino	59
Carne Conejo	71
Ovino	79
Pollo	90

Fuente: Téllez, 1992

### 2.3.1. Calidad y Factores Cualitativos de la Carne

La calidad de la carne se define como la “Suma de todas las propiedades sensoriales, nutritivas, higiénicas, toxicológicas y tecnológicas de la carne y se establece las siguientes propiedades de calidad de la carne (Hofmann, 1994):

#### a. Propiedades Sensoriales

- Color: Rojo Cereza a Rojo Púrpura.
- Sabor: Suí géneris.
- Olor: Suí géneris.
- Consistencia: Firme y elástica al tacto.

Las propiedades sensoriales más importantes de la carne (y por ende de los productos cárnicos) son el aspecto (color, forma, marmoreado), el olor, el sabor, la jugosidad y la terneza o dureza.

El aroma se forma por la acción conjunta de varios componentes (olor, sabor y jugosidad).

**b. Propiedades Nutritivas**, se denomina también factores fisiológico – nutritivos, incluye las siguientes sustancias nutritivas: proteínas, grasas, vitaminas (vitamina B) y minerales (hierro).

Es necesario destacar el alto valor biológico y la elevada digestibilidad de las proteínas cárnicas (96%).

**c. Propiedades Tecnológicas**, determinan la aptitud de la carne para las distintas preparaciones culinarias en el hogar y para la transformación en productos cárnicos. Las propiedades son: El contenido de la proteína, la fijación de agua o retención del jugo, el contenido de la grasa, la estructura tisular, el pH (grado de acidificación), el color de la carne, maduración de los productos cárnicos y efecto de los microorganismos.

**d. Propiedades Higiénico – Toxicológicas** (ITINTEC, 1977). Los requisitos microbiológicos máximos en carnes frescas son:

-Microorganismos aerobios estrictos y Facultativos Viables	2 X10 <sup>6</sup> Col./gr.
-Coliformes Fecales	10 <sup>7</sup> Col./gr.
-Streptococcus del Grupo "D" de Lancefield	0
-Staphylococcus aureus	0
-Salmonellas	1 Col./20 gr

El desarrollo de microorganismos en la carne luego de la matanza depende fundamentalmente de las condiciones higiénicas durante el proceso de obtención de la misma.

Para la industrialización de las carnes es necesario conocer la procedencia, la inspección sanitaria, la clasificación de las piezas, su peso y el día del beneficio. Las carnes se clasifican en tres categorías o clases: de primera categoría son aquellas constituidas por masa muscular abundante con escasa formación de grasa y son aquellos provenientes de animales jóvenes con un rendimiento entre 45 – 50% con respecto al peso vivo del animal; de segunda categoría son carnes procedentes de animales adultas con una grasa de cobertura irregularmente distribuida, tienen consistencia firme y poca jugosa y dura; los de tercera categoría son carnes provenientes de animales de descarte y carnes de camello, caballos, el cual se conoce como carne industrial.

### **2.3.2. Propiedades físicos-químicas de la grasa de cerdo**

#### **2.3.2.1. Índice de Peróxido**

El índice de peróxido viene a ser la medida de su contenido de oxígeno activo, expresado en términos de miliequivalentes de oxígeno por kg. de grasa. Pearson, 1976 especifica que un alimento con índice de peróxido de 0 a 6 miliequivalentes/kg. de grasa es sinónimo de frescura; ITINTEC, 1977 recomienda para el consumo humano un rango de índice de peróxido de 1 a 20 miliequivalentes/kg. de grasa.

#### **2.3.2.2 Índice de acidez**

La acidez de una grasa de carne de cerdo es el porcentaje de ácidos grasos libres presentes en el mismo, expresado en función del ácido oleico.



La acidez de las grasas es consecuencia de su degradación por hidrólisis que originan grupos carboxilos libres de los ácidos grasos liberados; así mismo la acidez es la medida de la rancidez dado que los ácidos grasos de cadena corta liberados imparten un olor rancio característico y esto puede variar en carnes de 0.01 a 0.04%.

### **2.3.2.3 Índice de yodo**

El índice de yodo de las grasas se refiere al número de gramos de yodo absorbidos por 100 gramos de grasa, ya que el yodo reacciona en los sitios de insaturación de manera muy parecida a la del hidrógeno en la hidrogenación. Cuanto más alto sea el índice de yodo mayor será el grado de insaturación de la grasa (Cheftel, 1983).

## **2.4. LA CECINA**

La cecina, es un producto cárnico salado y ahumado, preferentemente elaborado de pierna o brazuelo del ganado porcino.

La cecina para ser de buena calidad, es preciso que proceda de animales jóvenes y en buen estado de salud y grado de gordura, las que se preparan con carnes de animales viejas y flacas son duras y poca sustanciosas (Sanz, 1967).

Al almacenar cecina durante diez días, utilizando como empaques bolsas de celofán y papel pergamino, se encontró que los empacados en bolsas de celofán perdieron agua (evaporación) mientras que los empacados en papel pergamino absorbieron agua (absorción) (Shupingahua, 1994).

### **2.4.1. Salazón**

La salazón de las carnes, es una técnica muy antigua que consiste en la utilización de sal común o corriente para lograr salar y conservar las carnes. La sal

ejerce una acción deshidratante en la carne; como resultado de la higroscopicidad, impide el desarrollo de microorganismos dañinos y además modifica las características alimenticias de las carnes, que en el caso de la carne de porcino, la torna aun más agradable. La penetración de la sal a la carne se basa en el fenómeno de ósmosis y difusión, el primero explica el paso de una solución a través de una membrana y el segundo el movimiento de la solución de diferentes concentraciones; registrando un movimiento de la solución más concentrada a la menos concentrada.

El salazón en seco, consiste en mezclar del 5 al 8% del peso de la carne con sal granulada, frotando y cubriendo la carne. Conviene usar lugares predestinados para este fin, locales que se denominan saladeros (muy usados para carnes y tripas naturales) a falta de ellos, se guardan las carnes saladas en cámaras de refrigeración. En salsamentaría se acostumbra salar carnes durante 4 a 6 días en especial para tocinos(Tellez,1992).

El salazón húmedo; corrientemente denominada salmuera, es una solución salina en base a cloruro de sodio (NaCl), la sal debe ser la más pura y limpia, sólo así se garantizará una buena conservación de la carne. se prepara de la siguiente manera:

- Pesar y disolver en agua corriente en una proporción del 12 al 20% (40 – 65 ° Salínoométrico) y se hace hervir. La razón de ello es para eliminar las bacterias del medio disolvente (Agua) y de la sustancia disuelta (Sal) aumentando la solubilidad de la sal por efecto de la temperatura.
- Terminada la cocción, se deja enfriar y reposar por 24 horas en lugar protegido.
- Luego decantar la solución, con cuidado a fin de movilizar el sedimento, esta preparación se puede hacer filtrando al mismo tiempo a través de un cedazo o lienzo de tela.
- Se determina con un salinómetro el grado de concentración.

El empleo de la sal común, posee una tradición milenaria en la elaboración de alimentos. Al principio se empleo la sal común por razones de sabor, reconociéndose posteriormente también el efecto conservador de la misma. Dado que la sal común

contiene por lo general pequeñas cantidades de otras sales como por ejemplo sales de nitrato, probablemente esto haya dado los primeros indicios de que estas sales originan un fuerte color rojo de la carne (Hofmann, 1994).

Las carnes saladas, son carnes que han sido tratadas con sal común, con el objeto de detener el desarrollo bacteriano y frenar la actividad enzimática de la carne (ITINTEC, 1977).

Los nitritos y nitratos se usan en la mezcla de curado de diferentes productos cárnicos. La función de estas sales es múltiple ya que: Desarrollan un color característico en la carne al formar la nitrosilmioglobina, actúa como agente inhibidor del crecimiento de *Clostridium botulinum* y contribuyen al sabor de productos cárnicos (Badui, 1988). Estudios epidemiológicos y clínicos, en el hombre, han demostrado que la principal manifestación tóxica derivada de la ingestión de nitratos y nitritos es la metahemoglobinemia (Chisholm-Stadard, 1994), es un pigmento carmelitoso incapaz de transportar el oxígeno de los pulmones a los tejidos y como consecuencia ocurre déficit de oxígeno en los tejidos orgánicos (anoxia). Lo que ha determinado la preocupación por el consumo de nitratos y nitritos y en particular por su empleo en la industria cárnica ha sido la comprobación de la formación de nitrosaminas en los productos cárnicos curados (García, Sobrado y Guerra, 1988).

Las nitrosaminas resultan de la interacción de los nitritos con las aminas secundarias y terciarias presentes en los alimentos. Estos compuestos son cancerígenos aunque su utilización sea al mínimo; cuyas propiedades se han demostrado en animales de experimentación (Hardisson y Castelles, 1988).

#### **2.4.2. Ahumado:**

La finalidad de practicar el ahumado en el bacon (carne), es la de conservar la carne y proporcionar un característico color y sabor. El bacon se espolvorea con harina de guisantes antes del ahumado, esta operación tiene la finalidad de mejorar el

aspecto del producto final. El humo se produce en habitaciones construidas para tal fin quemando, sin que se produzca llama, viruta de madera de roble u otros tipos de madera dura. El sabor y aroma final del bacon (carne) se debe, en parte, al proceso de salmuerado, pero también al humo generado. En Norteamérica se utiliza viruta de madera de nogal, arce o caoba, mientras que en Alemania se usa la de junípero y en otras partes de Europa la del abedul. En el Perú (San Martín) el ahumado se realiza utilizando para generar calor el chucchumbo, Quinilla, Bolaquiroy, Uchumullaca, y espintana.

La sustancia del humo que tiene el mayor poder bacteriostático y bactericida es el formaldehído. Se aplican diferentes grados de calor ( $29^{\circ}\text{C} * 3$  días) y la acción conjunta del calor y el humo ocasionan una reducción de la tasa bacteriana superficial. Además se produce una barrera física debido a la deshidratación superficial, a la coagulación de proteínas y a la absorción de sustancias resinosas que ocurre durante el proceso (Gracey, 1989).

Las carnes ahumadas son aquellas que han sido sometidas a tratamiento térmico producido por el humo de maderas no resinosas, el cual al ponerse en contacto con la carne deposita sobre ésta una serie de partículas con el objeto de desecarla y madurarla y/o darle un sabor y aroma especial (ITINTEC, 1977).

El ahumado, es una operación, que algunas veces puede parecer como complementaria y en otra como básicas; al cual también se le conoce como un método de conservación de carnes. Los componentes químicos encontrados son muchos y ellos varían según el tipo de madera, leña o aserrín utilizado. Entre estos compuestos químicos se tiene: ácidos, bases orgánicas, aldehídos, cetonas, alcoholes, hidrocarburos, fenoles, cresol y creosota. Los ácidos y fenoles, actúan como un antioxidante, los que influyen en el aroma son los fenoles, aldehídos aromáticos y cetonas, y los responsables del color son la creosota y los alquitranes. Como desinfectante actúa el alcohol metílico y el formaldehído (Téllez, 1992).

El humo es generado por la incompleta combustión de distintas clases de madera dura, como roble, olmo y maderas aromáticas. Este humo se deposita en la superficie del producto y las sustancias desinfectantes penetran en la carne ejerciendo una acción bactericida. La carne ahumada adquiere el sabor y el olor de la madera utilizada.

Se distinguen dos sistemas de ahumado, en frío y en caliente. El ahumado provoca la desecación de la parte externa y en consecuencia pérdidas de peso que van desde el 2 ó 5% para el ahumado en frío y de corta duración, hasta un 20 ó 25% para el ahumado en caliente y de larga duración.

Los productos se exponen al ahumado en frío a una temperatura que varía entre 12 y 30°C. Dependiendo del producto a tratar, el tiempo de ahumado es de 1 a 7 días, hasta unas semanas. Las pérdidas de peso dependen de la humedad en el cuarto de ahumado y pueden ser elevadas. El ahumado en húmedo se lleva a cabo a una humedad relativa del 95% y en seco al 60 o 70%. El ahumado en frío se utiliza para embutidos crudos y cocidos y otros productos cárnicos curados. El humo frío se consigue con leña dura o aserrín poco húmedo y haciéndolo chocar contra placas metálicas que reducen su temperatura.

El ahumado en caliente se lleva a cabo a temperaturas entre 50 y 55°C. Los componentes del humo no penetran muy profundo por la elevada desecación y arrugamiento de la superficie. Por la formación de una costra superficial las pérdidas de peso son menores. Este sistema se utiliza para ahumar embutidos frescos de corta conservación. El ahumado a temperatura de 60 y 100°C proporciona productos de muy corta conservación (Grau, 1970).

Para tener éxito en el ahumado en general, conviene algunas recomendaciones prácticas:

- Las piezas a ahumarse deben estar bien desaladas, así se evitarán las costras de sal en la parte exterior de los productos.

- Las piezas que estén en cámaras de refrigeración no deben ahumarse de inmediato, antes deben calentarse, para evitar condensación del vapor de agua, en la superficie.
- El grado de temperatura de un ahumadero, deberá ser controlado, de tal forma que una vez cargado, la temperatura deberá subir gradualmente, para lograr un ahumado uniforme y no se reseque la superficie externa impidiendo la penetración del humo a las partes interiores.
- Terminado la operación de ahumado, se debe apagar el calor y dejar que enfríen los productos ahumados en el mismo ahumadero, siquiera un par de horas (IIAP, 1993).

El ahumado tiene diversos efectos sobre los productos cárnicos, entre los cuales cabe destacar sobre todo los siguientes: aromatización, coloración y conservación. La acción de conservación del humo incluye diversos efectos:

- La destrucción y/o inhibición del desarrollo de microorganismos, por la acción principalmente de fenoles y del formaldehído.
- El secado, sobre todo en productos cárnicos crudos, con la consiguiente disminución de la actividad de agua ( $A_w$ ).
- Efecto antioxidante, que retarda el enranciamiento de las materias grasas, producido especialmente por el mono y dimetiléter pirogalol.

De acuerdo a las investigaciones y a los conocimientos actuales, algunos componentes del humo, tales como, los carbonilos, fenoles y ácidos orgánicos volátiles, tienen una importante influencia sobre la aromatización de los productos cárnicos.

En el desarrollo y formación del color juegan un papel importante los fenoles y sobre todo los carbonilos, los cuales al unirse con grupos aminos, producen compuestos de colores característicos llamados melanoidinas, los tonos de color son variables y van desde el dorado hasta el marrón e incluso negro, dependiendo de la temperatura y tiempo de ahumado y del tipo de madera empleado.

En la producción de humo reciente, elaborado a partir de maderas, virutas o aserrín, se lleva a cabo dos procesos específicos:

1. Disgregación Térmica de la Madera, produciendo enlaces moleculares orgánicos menores (Pirólisis).
2. Reacciones de Condensación, Polimerización y Oxidación, que producen diversos enlaces químicos, dando origen a productos entre los cuales los más importantes son aldehídos, cetonas, alcoholes, ácidos orgánicos, bencenos, fenoles e hidrocarburos aromáticos.

El humo está constituido por una mezcla de pequeñas partículas visibles, como ceniza volátil y hollín, una fase coloidal en la cual se encuentra también hollín y alquitrán y una fase gaseosa (Weinacker y Bittner, 1990).

#### **2.4.3 Secado de Sólidos (carne)**

El secado constituye uno de los métodos que permite separar un líquido de un sólido. En general entendemos por secado la separación de la humedad de los sólidos (carne) por evaporación en una corriente gaseosa el cual facilita su almacenamiento en comparación a una carne fresca.

El contenido en humedad de la carne puede expresarse sobre base seca o base húmeda. En los cálculos de secado resulta más conveniente referir la humedad a base seca, debido a que esta permanece constante a lo largo del proceso de secado. La humedad de una carne es mayor que la de equilibrio, la carne se secará hasta alcanzar

la humedad de equilibrio. Se denomina humedad de equilibrio a la humedad alcanzada por la carne en equilibrio con el aire en las condiciones dadas ( $X^*$ ). También se define como el límite al que puede llevarse el contenido de humedad por contacto con aire de humedad y temperaturas determinadas; la humedad de equilibrio disminuye al aumentar la temperatura.

La humedad libre de la carne es la humedad que puede perder durante el proceso de secado con respecto al aire en condiciones determinadas, y depende tanto de la humedad de la carne como de la humedad relativa.

La cinética de secado; se define como la velocidad de secado por la pérdida de humedad de la carne en la unidad de tiempo y más exactamente por el cociente diferencial ( $dx/d\theta$ ) operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (Temperatura, Presión, Humedad y Velocidad) permanecen constante con el tiempo. En el secado se presentan dos tramos diferentes: uno que corresponde a un periodo de velocidad de secado constante y otro a un periodo de velocidad decreciente. El periodo de velocidad constante va desde la humedad inicial  $X_0$  hasta la humedad crítica  $X_c$ . El valor de la humedad crítica depende de las condiciones del aire de secado y del espesor de la carne a secar y el periodo de velocidad decreciente comprende desde la humedad crítica  $X_c$  hasta la humedad final del carne  $X_f$ , cuyo valor límite es  $X^*$ .

Se denomina tiempo crítico de secado al tiempo de secado necesario para que la humedad de la carne descienda desde su valor inicial hasta el crítico (Geankoplis, 1978).

#### **2.4.4. Tecnología tradicional de elaboración de cecina**

La producción de cecina en la región San Martín, es una práctica de tipo artesanal como se muestra en la figura 1 (CEPCO, 1993).



**a.- El Cerdo (Animal Vivo)**

El cecinero artesanal utiliza animales de cualquier edad y grado de gordura, sin considerar una previa inspección sanitaria.

**b.- Beneficio y faenado**

El beneficio lo realiza introduciendo un cuchillo hacia el corazón sin considerar que estos cerdos deben estar descansados, libre de enfermedades y estar en un buen estado de salud. Así mismo no lo realizan en condiciones adecuadas de higiene. La extracción de cerda lo realizan con agua hervida (100°C), para facilitar el proceso, sin considerar lo propuesto por Téllez, 1992; que debe realizarse con agua a una temperatura entre 66 a 71°C y así obtener una adecuada extracción de la cerda sin producirse daños a la piel.

**c.- Despellejado y Deshuesado**

Proceso donde se separa la piel, grasa subcutánea y separación de los huesos en condiciones higiénicas no adecuadas, por la falta de un adecuado lugar y suministro de agua.

**d.- La Carne Fileteada**

Consiste en dar tamaño, forma y espesor a la carne; se recomienda: largo 50 cm, ancho 25 cm y espesor de 1 cm.

**e.- Salado**

Se realiza por el método de salazón en seco por 15 minutos el cual no es un salado óptimo para conservar la carne; así mismo con este tipo de salado al final del ahumado tiende a presentarse grumos de sal en la parte externa, que hace que se note desagradable.

**f.- Desalado**

Se realizan con agua potable cruda donde se disuelve colorante, para mejorar el color de la carne.

**g.- Secado**

Se realiza exponiendo a la carne a las llamas de la candela, o carbón, con la finalidad de eliminar y llegar a la humedad (60%).

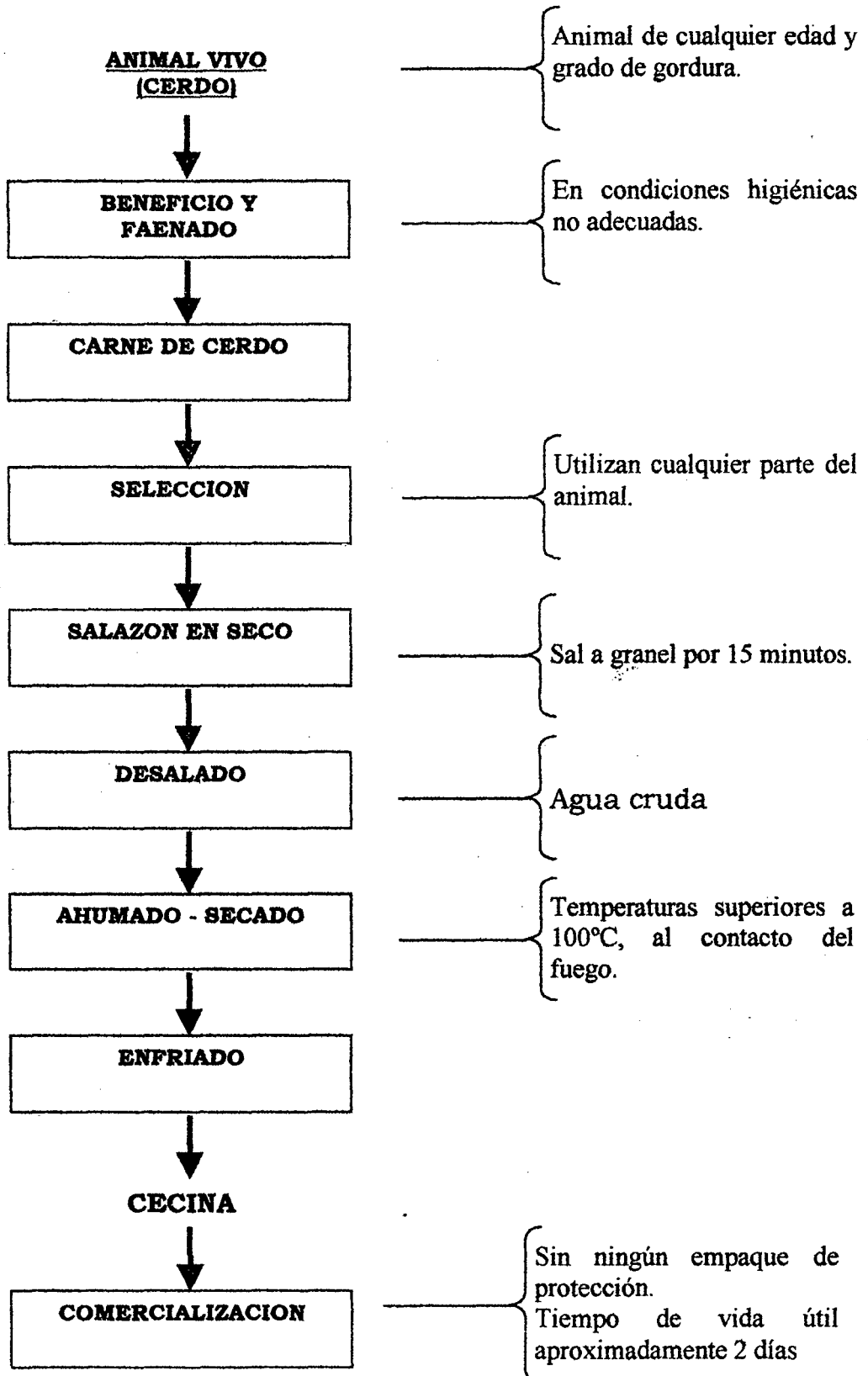
**h.- La Cecina – Comercialización.**

Se distribuye en el mercado sin ningún empaque de protección, lo que facilita la contaminación y acorta la vida útil de la cecina.

**2.5 Tecnología del empaque y embalaje**

La industria del envase y embalaje moderno se desarrolló después de la Segunda Guerra Mundial y cuenta desde hace años con un número de personas empleadas o indirectamente en el campo, que superan los cien millones. No se puede efectuar una distinción entre los países desarrollados y sub – desarrollados, ya que países industrializados donde se presentan grandes lagunas. La exportación de productos es una necesidad económica para los países de América Latina que buscan exportar cada vez más y a mayor distancia, esto implica envasar.

Fig. 1: FLUJOGRAMA TRADICIONAL DE ELABORACION DE CECINA



En la instalación de una industria de empaçado o envasado, existen una serie de factores de importancia vital que son: el costo total de la instalación y de su funcionamiento; la capacidad de producción con máquinas estándar y la elección de sistemas que permitan la mayor producción al más bajo costo.

Escoger un buen empaque envuelve un gran número de consideraciones. Para muchos productos alimenticios hay un solo objetivo, el empaque debe dar las condiciones óptimas de protección, para mantener el producto encerrado en buenas condiciones para su anticipada vida en almacenamiento. También se deben considerar algunas decisiones que son subjetivas. El empaque debe ser de tamaño y forma correcta y su diseño debe atraer la atención del comprador.

El desarrollo y diseño del empaque a hecho posible ofrecer al consumidor una gran variedad de productos alimenticios, los cuales pueden escoger con entera confianza. La prevención de la pérdida de los alimentos es indudablemente el objetivo de toda esta tecnología, y puede ser aplicada en todos los estados desde el campo de cultivo, hasta en la casa.

La técnica del empaçado y el escoger un envase con características de barrera apropiada es designado para prevenir la destrucción de los alimentos por el ataque de microorganismos e insectos y/o roedores, dependiendo sobre todo de su naturaleza física y también para preservar la calidad y el valor nutritivo de muchos alimentos por la expulsión de oxígeno y el control de agua ganada o perdida (Salas, 1995).

El empaque es un sistema coordinado de preparar productos para transportar, distribuir, almacenar, vender hasta su uso final. Así mismo, es un medio de asegurar la entrega al último consumidor en condiciones de un mínimo costo. Así, en lo fundamental el empaque, contiene, protege, preserva e informa.

A continuación se listan algunos materiales de empaques más importantes y su origen, (Effenberger, 1972): papel, vidrio, aluminio, hojalata o latón y plásticos.

Se entiende por envases flexibles, todo envase confeccionado a partir de un material que no es rígido. No obstante el término "Película Flexible" suele aplicarse exclusivamente a materiales fibrosos de grosor inferior a 0.25mm. Las características generales de las películas flexibles son las siguientes: (Fellows, 1994).

- Su coste es relativamente bajo.
- Son lo suficientemente impermeables al oxígeno, al vapor de agua y los gases.
- Se pueden termosellar.
- Se manejan con facilidad y resultan muy cómodas tanto para el fabricante como para el detallista y el consumidor.
- Son muy ligeras.
- Se adaptan a la forma del contenido, lo que ahorra espacio de almacenamiento y transporte.

Modificando cada tipo de polímero, variando el grosor del material y el tipo y grosor de recubrimiento, puede obtenerse materiales con distinta permeabilidad y características mecánicas y térmicas óptimas.

Estas películas flexibles pueden utilizarse solas, recubiertas con polímeros o combinadas con diversos metales en laminados compuestos o materiales obtenidos por coextrucción. Existen por tanto, una gran variedad de combinaciones posibles con respecto al polímero y tipo de tratamiento más adecuado, que permitan satisfacer las exigencias del envasado de muy diversos alimentos (Briston y Catan, 1974).

Las películas más importantes empleadas en el envasado de los alimentos: (Fellows, 1994).

#### **a) Polipropileno**

El polipropileno orientado, es una película translúcida y brillante, con buenas propiedades ópticas y muy resistentes a la tensión y punción. Es bastante

impermeable al vapor de agua, los gases y los olores, y no le afectan los cambios en la humedad ambiental. Es termoplástica, por lo que puede estirarse (aunque menos que el polietileno).

#### **b) Polietileno**

El polietileno de baja densidad es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento. Es impermeable al vapor de agua (pero bastante permeable a los gases) y es sensible a los aceites y los olores. El polietileno de alta densidad es más resistente, más grueso, menos flexible y más quebradizo que el de baja densidad, pero es más impermeable que éste a los gases y al vapor de agua, su temperatura de reblandecimiento es más elevada (121°C) por lo que puede esterilizarse al calor. Las bolsas fabricadas con polietileno de alta densidad (de 0.03 – 0.015 mm) son muy resistentes al desgarró, a la tensión y a la penetración, y sus cierres también lo son. Es impermeable al agua y químicamente muy resistente.

#### **c) Celulosa**

La celulosa es una película brillante y transparente, inodora, insípida y biodegradable (en 100 días aproximadamente). Es consistente y resistente a la punción, si bien se desgarrá fácilmente. Se emplea para el envasado de alimentos que no requieren impermeabilidad a los gases o al vapor de agua.

#### **d) Papel Aluminio**

El papel de aluminio proviene de un proceso de reducción en frío, donde el aluminio (99.4% de pureza) es sometido a presión entre dos cilindros para reducir su grosor a menos de 0.152mm. El papel de aluminio posee importantes ventajas, como son: tiene muy buen aspecto, se pliega y maneja con facilidad, refleja la energía radiada y es bastante impermeable al vapor de agua y los gases.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Los trabajos experimentales, se ejecutaron en los Laboratorio de análisis de los Alimentos, Ingeniería de los Alimentos, Control de Calidad y Microbiología y Fermentación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, entre los meses de enero a agosto del año 1 999.

#### **3.1. Materia prima e insumos**

##### **3.1.1. La carne de cerdo**

La carne utilizada para la elaboración de cecina fue obtenida de animales procedentes de la Estación Experimental “El Porvenir”; edad del animal 6 meses, con un peso vivo de 85 Kg., raza LANDRACE. La parte destinada para este proceso fue pierna y brazuelo.

##### **3.1.2. Sal común (NaCl)**

Sal de mesa (yodada), con un grado de pureza de 99.4% , con el cual se preparó la solución salina.

##### **3.1.3. Azúcar**

Azúcar blanca con un grado de pureza de 98.9%., que se añade a la salmuera para mejorar el sabor y aroma de la carne

##### **3.1.4. Jugo de limón**

Utilizado para reducir la acidez y como antioxidante de la grasa y coadyuvar en la fijación del color a la carne durante el proceso de salazón; el jugo de limón tiene una acidez (expresado como ácido cítrico) 6% y un pH de 2 .

### 3.1.5. Colorante

Palillo en polvo natural(guisador), para mejorar el color de la carne durante el proceso de salazón y el color del producto final.

### 3.1.6. Leña y aserrín de caoba (Swietenia macrophylla), usado para el ahumado

## 3.2. Equipos y Materiales

### 3.2.1. Equipos.

- Balanza analítica, Marca Sartorius MBH GOTTINGEN, GERMANY, Con una precisión de 0.1 mg.
- Equipo completo de Micro Kjeldahl, J.P. Selecta S:S. Pro Nitro C0-0400067.7
- Estufa , MEMMERT Type u 30-f-Nr822446 W GERMANY
- Termómetro de 10°C a 360°C°
- Equipo completo para extracción por Soxhlet.
- Horno Mufla, marca Thermolyne INPULSE sealer, Made IN JAPAN.
- Ahumador, capacidad 25 Kg. por tanda(Ver diseño Anexo V)
- PHmetro.

### 3.2.2. Materiales

- Tabla de Picar
- Cuchillos de acero inoxidable
- Regla de medición
- Ollas de fierro enlozado
- Espátula de madera
- Recipientes diversos(Taza, baldes, etc)
- Empaques Flexibles:

a) Celofán de alta densidad, con un espesor de 0.24 mm., permeabilidad de  $0.16 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg. cm}^2 \text{ atm./cm.}$



b) Polietileno de alta densidad, con un espesor de 0.24 mm., permeabilidad de  $6.53 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg. cm}^2 \text{ atm./cm.}$

c) Aluminio, con un espesor de 0.152 mm., permeabilidad de  $0.022 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg. cm}^2 \text{ atm./cm.}$

d) Bilaminado de aluminio, con un espesor de 0.24 mm., permeabilidad de  $0.029 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg. cm}^2 \text{ atm./cm.}$

### 3.3. Reactivos

- Acido Sulfúrico concentrado.
- Hidróxido de Sodio; 0.1N, 0.25N y al 35%.
- Acido Clorhídrico; 0.025N
- Hexano
- Tetracloruro de carbono.
- Fenolftaleina
- Yoduro de potasio; solución saturada, 10%.
- Tiosulfato de Sodio; 0.1N.
- Reactivo de Wijs.
- Cloroformo.
- Acido acético.
- Acido bórico

### 3.4. Metodología experimental

Se realizaron experimentos (estudio de secado-ahumado, evaluación de empaques) tentativamente se presentan en la figura 2, el flujo preliminar para la elaboración de cecina mejorada; incluye:

#### **a. Selección de Carne**

Los cortes destinados para la elaboración de cecina fueron exclusivamente piernas y brazuelos de cerdo.

#### **b. Despellejado y Deshuesado**

Operación que consistió en separar la piel o pellejo sin incluir la grasas de exceso, en el deshuesado se aplicó incisiones longitudinales en la dirección del hueso, para dar tamaño y forma a la cecina.

#### **c. Fileteado**

Se efectuó para dar tamaño, forma y espesor adecuado a la carne de cerdo, para un mejor salado de la misma recomendando las siguientes dimensiones (largo : 12 cm., ancho : 12 cm., espesor: 0.7 cm).

#### **d. Salazón**

Esta técnica se realizó utilizando el método de salazón húmeda en una solución de 12 ° Be. por 01 hora, con la finalidad de conservar las carnes e impedir el desarrollo de microorganismos dañinos y que en el caso de la carne de cerdo la torna aun más agradable.

Se realizó siguiendo las especificaciones de Téllez, 1992, es decir se utilizó para el salado de la carne salmuera de 12°Be, el cual indica que es especialmente para piezas pequeñas y fileteadas, su preparación consistió en lo siguiente:

1. Se disolvió 565 gramos de sal común (Yodada) en 5 litros de agua; hervir por 15 minutos, esto para eliminar las bacterias del medio disolvente (agua) y de la sustancia disuelta (sal), y para aumentar la solubilidad de la sal por efecto de la temperatura.

2. Terminada la cocción, se dejó enfriar y reposar por 24 horas en lugar protegido; se filtró e inmediatamente se realizó la determinación de la concentración de sal y se corrigió a 12°Be , con la ayuda de un salinómetro.

#### **e. Ahumado y secado**

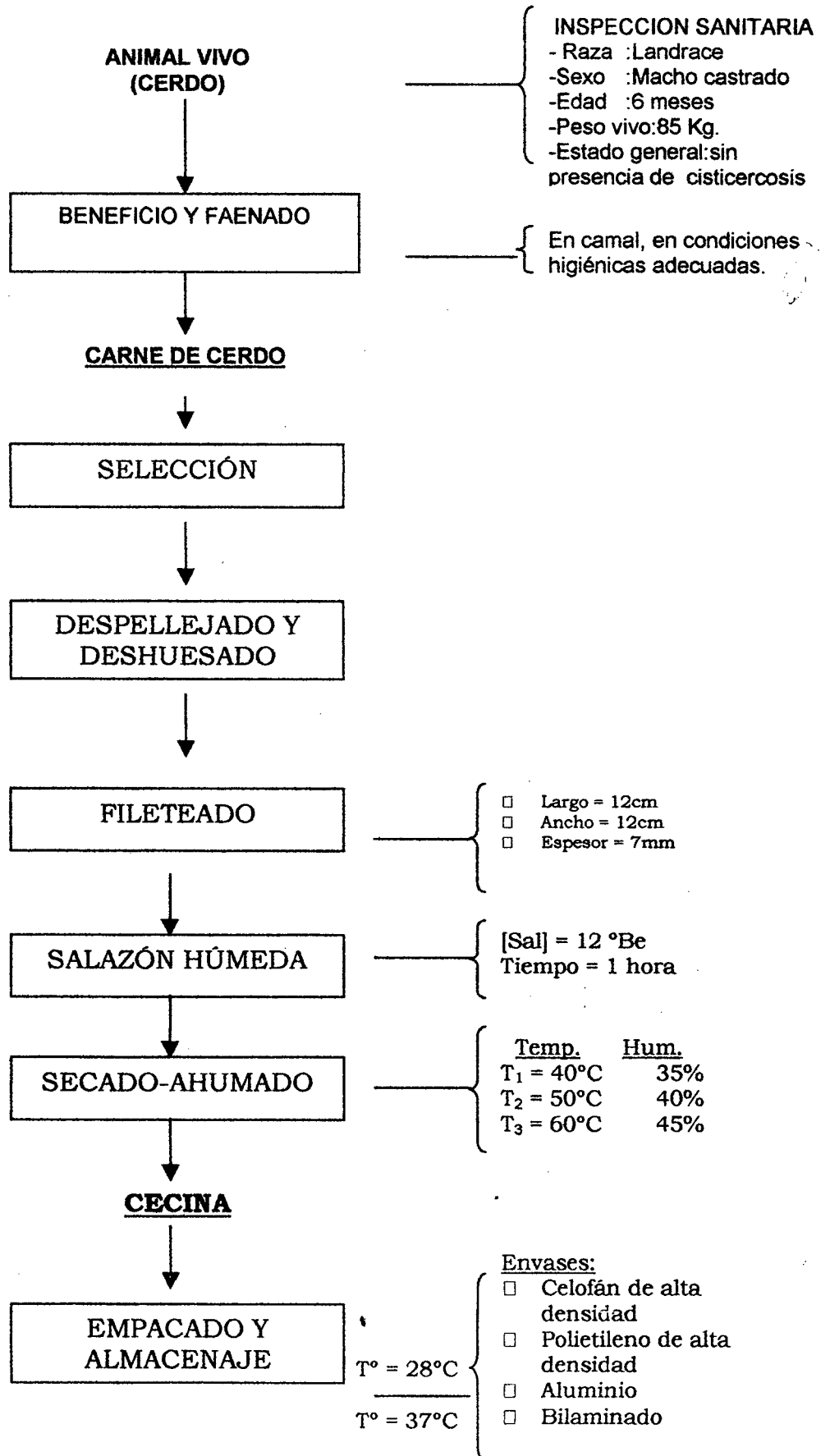
Esta operación se realizó en el domicilio ubicado en Jr. Santa Rosa # 145 (Banda de Shilcayo) en un ahumador construido de calamina plana de 25 Kg. de capacidad, para lo cual se utilizaron temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, en la cual se evaluó la curva de secado, para determinar el tiempo de secado según la humedad final deseada: 35%, 40% y 45%, Además se realizó el análisis proximal de los tratamientos de mejores características sensoriales.

#### **f. Empacado y almacenamiento**

Operación que consistió en empacar la cecina en cuatro diferentes tipos de empaques (polietileno, celofán ambas de altas densidades, aluminio y empaque bilaminado), con la finalidad de evaluar el comportamiento del empaque durante el almacenamiento.

La cecina envasada (100 gramos por muestra) se colocaron a temperatura ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y en estufa a  $37^{\circ}\text{C}$ , por un tiempo de 3 meses, durante los cuales se realizaron análisis físico - químicos y sensoriales por intervalo de 15 días y análisis microbiológico a los 90 días; con la finalidad de evaluar el comportamiento de los empaques y variación de las características físico - químicas, sensoriales y microbiológico de la cecina.

**Fig. 2: FLUJOGRAMA PRELIMINAR PARA LA ELABORACIÓN Y EMPACADO DE CECINA.**



### 3.4.1. Diseño Experimental

El estudio experimental fue adaptado a un Diseño de Bloques Completo Aleatorio con arreglo factorial; para la interpretación de los datos en el caso de:

#### 3.4.1.1. Ahumado – Secado

Se ensayaron para el ahumado temperaturas de 40, 50 y 60 °C; a fin de obtener cecinas con 35, 40 y 45% de humedad(factorial de 3x3), lo que conlleva a nueve combinaciones o tratamientos que tienen como variable respuesta la evaluación sensorial y análisis proximal; como se muestra en el cuadro 5.

<u>FACTORES</u>	<u>NIVELES</u>
Temperatura	40 °C
	50 °C
	60 °C
Humedad	35 %
	40 %
	45 %

#### 3.4.1.2. Empacado – Almacenamiento

Para el empaqueo de la cecina se utilizaron cuatro tipos de empaques flexibles: Celofán, Polietileno ambas de alta densidad, Aluminio y bilaminado. Y almacenados en dos condiciones ambientales; a temperatura ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y en estufa a  $37^{\circ}\text{C}$ . por el periodo de tres meses (factorial 4x2).

<u>FACTORES</u>	<u>NIVELES</u>
Empaque (E)	Celofán (ε <sub>1</sub> )
	Polietileno (ε <sub>2</sub> )
	Papel de Aluminio (ε <sub>3</sub> )
	Bilaminado (ε <sub>4</sub> )

Temperatura (T) de	28±2°C (T° Amb)	(t <sub>1</sub> )
almacenamiento	37°C (a estufa)	(t <sub>2</sub> )

**Cuadro 5:** Diseño experimental para el secado ahumado

TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	DETALLE
T - 1	T <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	Cecina producida a una temperatura de 40°C hasta alcanzar 35% de humedad.
T - 2	T <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	Cecina producida a una temperatura de 40°C hasta alcanzar 40 % de humedad
T - 3	T <sub>1</sub> h <sub>3</sub>	Cecina producida a una temperatura de 40°C hasta alcanzar 45% de humedad.
T - 4	T <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	Cecina producida a una temperatura de 50°C hasta alcanzar 35% de humedad.
T - 5	T <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	Cecina producida a una temperatura de 50°C hasta alcanzar 40% de humedad.
T - 6	T <sub>2</sub> h <sub>3</sub>	Cecina producida a una temperatura de 50°C hasta alcanzar 45% de humedad.
T - 7	T <sub>3</sub> h <sub>1</sub>	Cecina producida a una temperatura de 60°C hasta alcanzar 35% de humedad.
T - 8	T <sub>3</sub> h <sub>2</sub>	Cecina producida a una temperatura de 60°C hasta alcanzar 40% de humedad.
T - 9	T <sub>3</sub> h <sub>3</sub>	Cecina producida a una temperatura de 60°C hasta alcanzar 45% de humedad.

Variable Respuesta: Evaluación Sensorial y análisis proximal.

### 3.5. Métodos de control

#### 3.5.1. Carne de Cerdo

##### 3.5.1.1. Análisis Proximal y físico químico.

- Proteínas (A.O.A.C, 1980)
- Grasas (A.O.A.C, 1980)
- Humedad (A.O.A.C, 1980)
- Cenizas (A.O.A.C, 1980)
- Análisis de pH (ITINTEC, 201.040, 1977)

### **3.5.2 Estudio de Secado - Ahumado**

Se calculó la curva de secado (humedad de equilibrio( $X^*$ )), Velocidad de secado ( $R_c$ ), humedad crítica ( $X_c$ ) y la variación de humedad de producto. Para la determinación del mejor tratamiento de secado - ahumado, se realizó la evaluación sensorial, utilizando 10 panelistas semientrenados; cada panelista evaluó los siguientes atributos: color, olor, sabor y textura (ver formato 1 y 2 del anexo 1) y análisis proximal (proteína, grasa, humedad y cenizas) de la cecina del mejor tratamiento (ver cuadro 10).

### **3.5.3 Estudio de Empaque y almacenamiento.**

#### **3.5.3.1 Análisis Físico – químicos**

- Índice de yodo, método de wijs (A.O.C.S, 1970)
- Índice de peróxido (A.O.C.S, 1970)
- Índice de acidez (A.O.C.S., 1970)

#### **3.5.3.2 Evaluación sensorial**

Para determinar posibles cambios de color, olor, sabor y textura de la cecina (según formato 3 del anexo 1), usando 10 panelistas semientrenados.

### **3.5.4 Producto Final (cecina)**

#### **3.5.4.1. Análisis proximal**

- Proteínas (A.O.A.C, 1980)
- Grasas (A.O.A.C, 1980)
- Humedad (A.O.A.C, 1980)
- Cenizas (A.O.A.C, 1980)

### 3.5.4.2. Análisis Físico Químicos

- Índice de Yodo (A.O.C.S, 1970)
- Índice de Peróxido (A.O.C.S, 1970)
- Índice de Acidez (A.O.C.S, 1970)
- Análisis de pH (ITINTEC, 204.040, 1977)

### 3.5.4.3. Evaluación Sensorial.

La evaluación sensorial (según formato 3), se realizó presentando al panelista 20 gramos de cada uno de las muestras procedentes de los cuatro tipos de empaques, se realizó en dos etapas: primera las muestras de cecina almacenadas en empaques a temperatura ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y segunda las muestras de cecina almacenadas en empaque a estufa a  $37^{\circ}\text{C}$ ; cada panelista al final del periodo de 90 días, evaluó los atributos sensoriales del color, olor, sabor y textura.

### 3.5.4.4. Análisis Microbiológico

Según Mossel y Quevedo, 1967

- Numeración de Microorganismos Aerobios Totales Viables.
- Numeración de Hongos y Levaduras
- Coliformes Fecales





## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Beneficio y la carne de cerdo

El cerdo para el beneficio, procedente de la Estación Experimental El Porvenir, de seis meses de edad y un peso vivo de 85 Kg., se realizó utilizando la metodología recomendada por Téllez, 1992 obteniéndose un rendimiento en carcasa de 60 Kg., sangre y otros, tal como se muestra en el cuadro 6. El utilizar animales jóvenes entre seis y ocho meses de edad con un rendimiento en carcasa de 60 a 65 Kg., provee un grado de gordura aceptable y los rendimientos son muy favorables para el uso industrial (Téllez, 1992).

**Cuadro 6:** Peso en Kilogramo del producto Resultante del Beneficio de Ganado Porcino, Raza Landrace.

PRODUCTO	DETALLE	KILOGRAMOS
VÍSCERAS	Lengua	0.18
	Corazón	0.24
	Pulmón	1.30
	Hígado	1.45
	Bazo	0.25
	Riñón	0.20
	Estómago	2.00
	Intestino	3.00
APÉNDICES	Cabeza	6.00
	Patas	0.80
RESIDUOS	Sangre	3.00
	Pezuñas	0.50
	Cerda	0.15
	Bilis	0.05
	Bazofia	4.00
	Estiércol	1.00
CARCASA	Musculo	39.0
	Hueso	14.6
	Grasa	6.40
	Total	84.12

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1 Características de la carne de cerdo.

La carne de cerdo utilizado en la elaboración de cecina presentó un pH de 5.5 y los componentes químicos de la carne de cerdo en términos porcentuales, se presenta en el cuadro 7 y que comparado con los datos presentados por (Sanz, 1967 y Téllez, 1992) no muestran diferencias en cuanto a su composición química (Humedad 71- 76%, Proteína 15-23%, Grasa 5-20%, Ceniza 1-1.5%), lo cual indica que se ha utilizado carne de animales aptos para la elaboración de cecina minimizándose las mermas y pérdidas; así mismo Téllez, 1992, indica que el pH de la carne de porcino puede variar de 5.2 a 6.8 y estos rangos de variación dependen de su composición, condiciones de beneficio de cerdo y estado de conservación de las carnes.

El conocimiento de la composición química de la carne es importante porque nos permite comprender muchos de los fenómenos que suceden en la elaboración de productos cárnicos, además que conociendo las sustancias químicas que la forman, podremos igualmente manipular, trozar, cortar, procesar y conservar las carnes en la mejor forma posible. Las proteínas (17.94%) corresponden a carne magra y clasificados como de primera calidad.

#### 4.2. Estudio de secado ahumado de la cecina

Se realizaron operaciones preliminares como parte del proceso de elaboración de Cecina : (a) el fileteado, que consiste en dar forma, tamaño y espesor a las piezas de carne procedente del brazuelo o pierna, recomendando las siguientes dimensiones:

**Cuadro 7: Análisis proximal de la carne de cerdo. Raza Landrace**

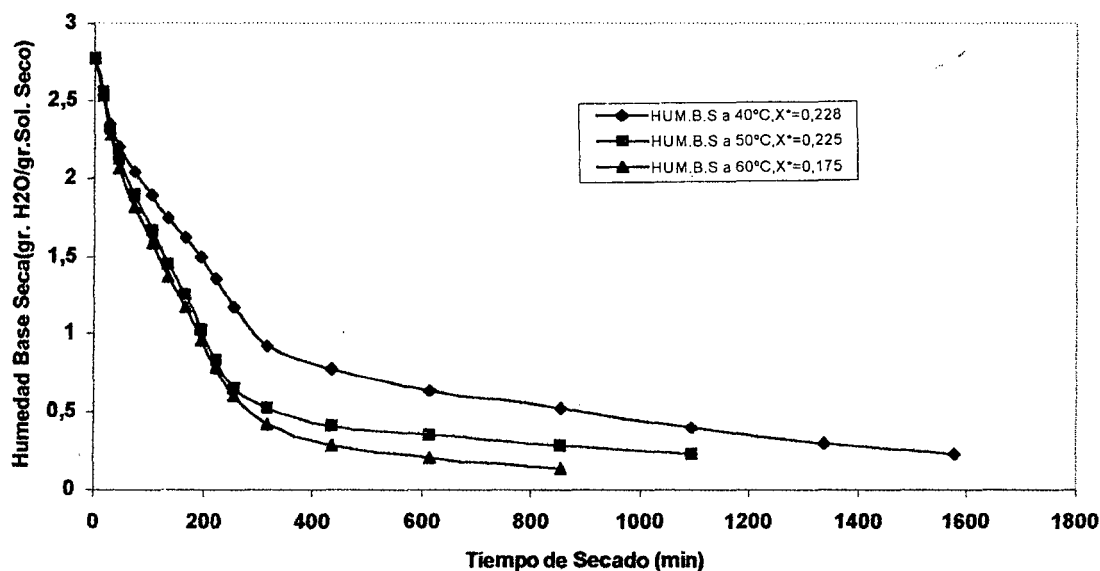
COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	72%
Proteína	17.94%
Grasa	8.70%
Cenizas	1.30%

**Fuente:** Elaboración propia.

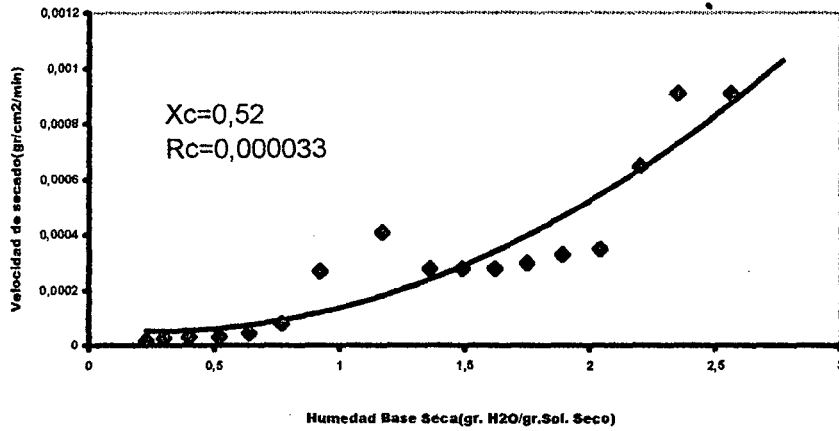
(largo 12 cm x ancho 12 cm x espesor 0.7 cm.), espesor mayor de 0.7 cm, no permite una salazón adecuada; y (b) **Salazón húmedo**, los filetes o piezas de carne fue sumergido en una salmuera de 12°Be por 1 hora, incrementado la humedad a 73.5 % aparentemente produce una disminución de sólidos totales de la carne. Este incremento se debe a que es una solución salina el que reemplaza (pila húmeda) al agua de la carne muy diferente a pila seca.

El estudio de secado-ahumado, se realizó utilizando tres temperaturas (40, 50 y 60 °C) y humedad final ajustada a 35 %, 40 % y 45 % (base húmeda), como se observa en los cuadros del anexo 4. En la figura 3 la curva de secado a la temperatura de 40°C, 50°C y 60°C; reportan los siguientes valores de humedad de equilibrio ( $X^*_{40^\circ\text{C}} = 0.228$ ,  $X^*_{50^\circ\text{C}} = 0.225$ ,  $X^*_{60^\circ\text{C}} = 0.175$  gr. de agua/gr. de m.s.) y en las figuras 4, 5 y 6 la velocidad de secado donde indica que la velocidad constante de secado  $R_c$  duplica su valor a medida que incrementa 10 grados la temperatura y la humedad crítica ( $X_c$ ) obtenida en forma gráfica disminuye; estos resultados concuerdan con lo mencionado por Ocon, 1980. Los tiempos estimados para el secado a la temperatura de 50 °C hasta alcanzar 35 % humedad fue de 5hr. 10 min.; 40 % (4hr. 12 min.) y 45 % (3hr. 47 min.).

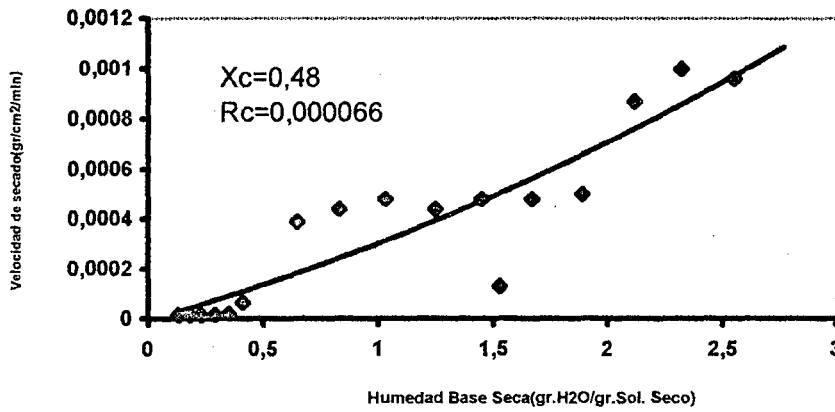
Figura 3: CURVA DE SECADO DE LA CECINA



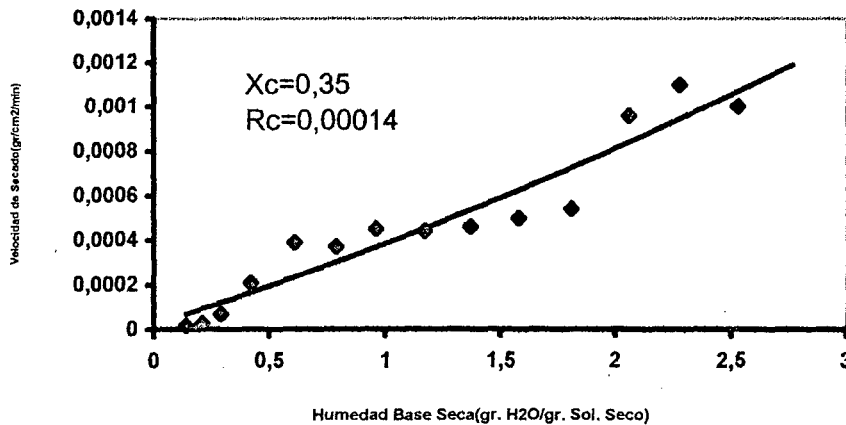
**Figura 4: VELOCIDAD DE SECADO DE LA CECINA  
T=40°C**



**Figura 5: VELOCIDAD DE SECADO DE LA CECINA  
T=50°C**



**Figura 6: VELOCIDAD DE SECADO DE LA  
CECINA T=60°C**





Los tratamientos en estudio (ver cuadro 5 de metodología), fueron sometidos a un análisis sensorial con la finalidad de determinar el mejor tratamiento, cuyos resultados se muestran en el anexo 2 y el Análisis de varianza para los atributos de color, olor, sabor y textura en el cuadro 8, donde se observa que existe diferencia estadística significativa al nivel 5 % de probabilidad entre los tratamientos, así mismo se observa que las temperaturas (A) utilizadas (40,50 y 60°C) no tienen un efecto estadístico significativo en cuanto al olor, sabor y textura, pero existiendo un efecto estadístico significativo en cuanto al color; en cambio las humedades (B) alcanzadas (35,40 y 45%) presentan un efecto estadístico significativo en cuanto al color, olor, sabor y textura. Este es obvio pues a un incremento de temperatura existe mayor cambio de color en la cecina, el cual precisamente no ha sido aceptado por los panelistas lo que se comprueba al comparar el tratamiento 5(T=50°C, H=40%) con el tratamiento 8(T=60°C, H=40%) que presentan un promedio en color de 4.5 y 4.0 respectivamente. lo cual fue confirmada por la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad en el cuadro 9, indicando que los atributos del color, sabor y textura resaltan en el tratamientos 5 con un promedio de 4.5, 4.0 y 4.0 respectivamente y referente al atributo olor resaltan en el tratamiento 8 y tratamiento 5 con un promedio de 4.4 y 4.2 respectivamente. Esto debido a que a la temperatura de 60°C desprendan olores más fuertes y aceptables para el consumidor.

Teniendo en cuenta el análisis estadístico de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial se realizó el análisis proximal de los tratamientos con mejores características organolépticas (ver cuadro 10), donde se observa que el tratamiento 5(T=5) presenta mayor porcentaje de proteína (40.29%) y menor contenido de cenizas(6.60%) frente al tratamiento 8(T=8) con un porcentaje en proteína y ceniza de 35.72% y 10.64% respectivamente.

En función a las características evaluadas y teniendo en cuenta el análisis estadístico y análisis proximal se recomienda para efectos de secado- ahumado temperaturas de 50°C por el periodo de 4hr. 12 min. para obtener cecina con 40% de humedad. Y que comparados con lo citado por Grau, 1970, donde menciona que la temperatura óptima de ahumado en caliente está entre 50°C y 55°C, así mismo

menciona que el ahumado a temperatura entre 60 y 100°C proporciona productos de muy corta conservación, lo cual indica que la temperatura de 50°C utilizado no proporciona cambios dañinos al producto.

**Cuadro 8:** Análisis de varianza para la evaluación sensorial de la cecina durante el secado ahumado a temperatura de 40,50 y 60°C

	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Signif.
	Bloque	9	2.06	0.23	0.85	2.01	N.S
	Tratamiento	8	5.69	0.71	2.63	2.07	**
Sabor	A= Temperatura	2	1.16	0.58	2.15	3.12	N.S
	B= Humedad	2	2.96	1.48	5.48	3.12	**
	Inter. AB	4	1.57	0.39	1.44	2.50	N.S
	Error Exp	72	19.64	0.27			
	TOTAL	89					

C.V = 14.4%

Sx = 0.16

X = 3.61

	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Signif.
	Bloque	9	3.07	0.34	1.79	2.01	N.S
	Tratamiento	8	13.40	1.68	8.84	2.07	**
Olor	A= Temperatura	2	0.20	0.10	0.53	3.12	N.S
	B= Humedad	2	12.20	6.10	32.11	3.12	**
	Inter. AB	4	1.00	0.25	1.32	2.50	N.S
	Error Exp	72	13.93	0.19			
	TOTAL	89					

C.V = 11.5%

Sx = 0.14

X = 3.8

	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Signif.
	Bloque	9	5.39	0.60	2.50	2.01	**
	Tratamiento	8	14.69	1.84	7.67	2.07	**
Color	A= Temperatura	2	2.49	1.25	5.21	3.12	**
	B= Humedad	2	9.76	4.88	20.33	3.12	**
	Inter. AB	4	2.43	0.61	2.54	2.50	**
	Error Exp	72	17.32	0.24			
	TOTAL	89					

C.V = 13.6%

Sx = 0.15

X = 3.61

	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	Signif.
	Bloque	9	4.54	0.50	2.08	2.01	**
	Tratamiento	8	20.20	2.53	10.54	2.07	**
Textura	A= Temperatura	2	0.27	0.14	0.58	3.12	N.S
	B= Humedad	2	19.40	9.70	40.42	3.12	**
	Inter. AB	4	0.53	0.13	0.54	2.50	N.S
	Error Exp	72	17.36	0.24			
	TOTAL	89					

C.V = 15.2%

Sx = 0.16

X = 3.23

**Cuadro 9:** Prueba de Duncan al 5 % para la evaluación sensorial de la cecina durante el secado ahumado a temperatura de 40,50 y 60°C

TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO ORDENADO (OLOR)	SIGNIF.
T-8	t3h2	4.4	a
T-5	t2h2	4.2	a
T-2	t1h2	4.2	ab
T-4	t2h1	3.9	bc
T-7	t3h1	3.8	bcd
T-1	t1h1	3.6	cde
T-3	t1h3	3.5	cde
T-9	t3h3	3.4	de
T-6	t2h3	3.2	e
TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO ORDENADO (SABOR)	SIGNIF.
T-5	t2h2	4.0	a
T-8	t3h2	3.9	ab
T-1	t1h1	3.7	ab
T-2	t1h2	3.7	ab
T-6	t2h3	3.7	abc
T-4	t2h1	3.6	abc
T-9	t3h3	3.4	bc
T-3	t1h3	3.3	c
T-7	t3h3	3.2	c
TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO ORDENADO (COLOR)	SIGNIF.
T-5	t2h2	4.5	a
T-8	t3h2	4.0	b
T-2	t1h2	3.7	bc
T-4	t2h1	3.6	bcd
T-7	t3h1	3.6	bcd
T-3	t1h3	3.4	cd
T-6	t2h3	3.4	cd
T-1	t1h1	3.2	cd
T-9	t3h3	3.1	d
TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO ORDENADO (TEXTURA)	SIGNIF.
T-5	t2h2	4.0	a
T-8	t3h2	3.8	a
T-2	t1h2	3.8	ab
T-7	t3h1	3.1	c
T-1	t1h1	3.1	c
T-4	t2h1	3.0	cd
T-6	t2h3	2.9	cd
T-3	t1h3	2.8	cd
T-9	t3h3	2.6	d

Los Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (P=5%)

**Cuadro 10:** Análisis proximal de la cecina, resultante del mejor tratamiento en el secado - ahumado(%).

COMPONENTE	TRATAMIENTO	
	T-5	T-8
Humedad	39.29	39.85
Proteína	40.29	35.72
Grasa	13.66	13.73
Cenizas	6.60	10.64

Fuente: Elaboración propia

T5 = (T = 50°C; H = 40%), T8 = (T = 60°C; H = 40%)

### 4.3. Flujograma final de elaboración de la cecina

La figura 7, presenta el flujo de procesamiento definitivo para la elaboración de cecina, a partir del cual se prepararon un lote de muestras (fileteado 12x12x 0.7 cm, salazón húmeda a 12°Be por 1 hora, secado ahumado a 50 °C por 4 horas y 12 minutos, almacenado en envases bilaminado por 90 días) para el análisis proximal, microbiológico, físico químico y sensorial. Además el mismo lote para el estudio de almacenamiento en empaques flexibles.

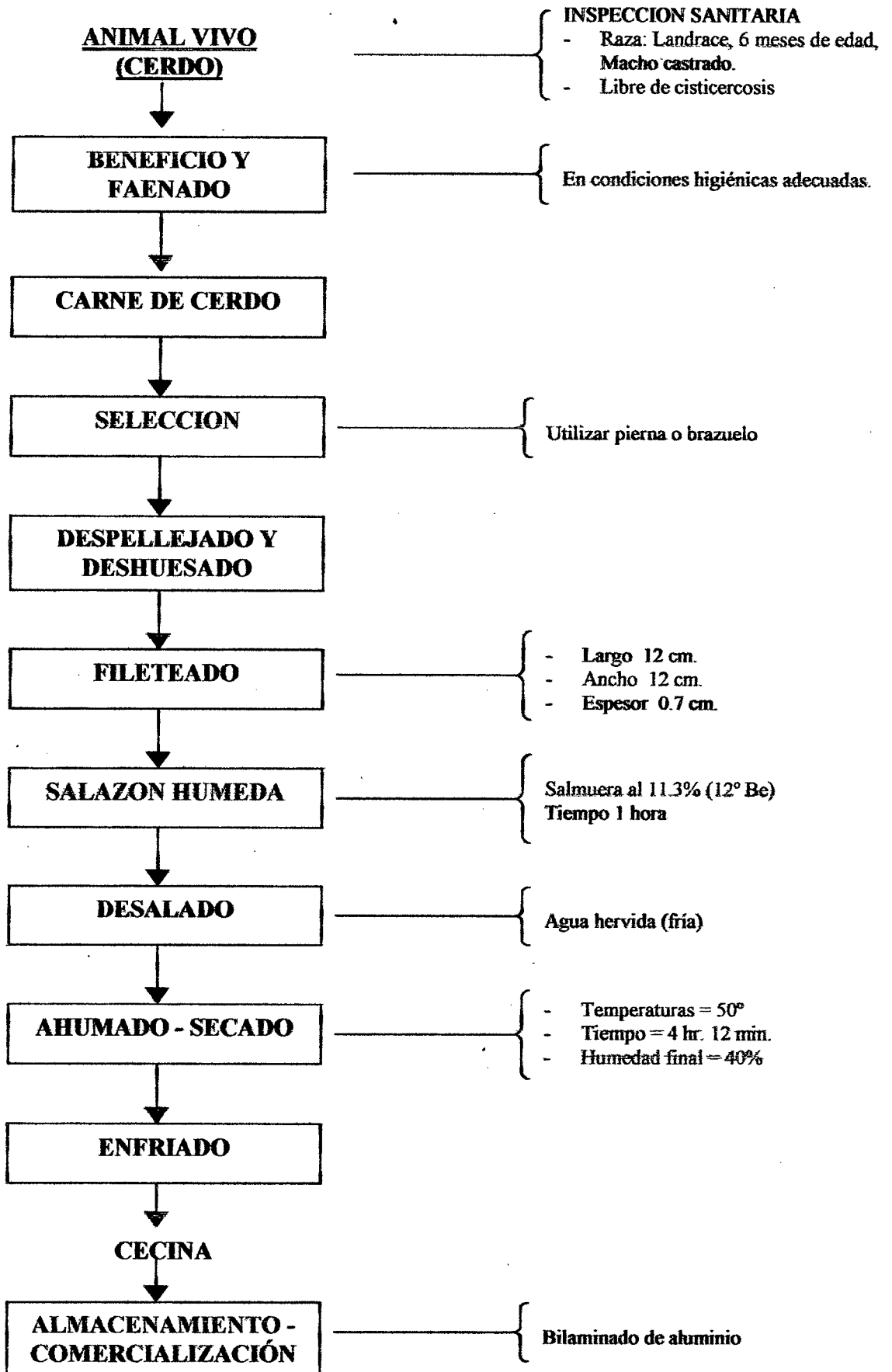
El cuadro 11, muestra los resultados del análisis proximal, características físico químicas, microbiológico y características sensoriales de la cecina, donde se observa lo siguiente:

Respecto al análisis proximal comparado con la carne seca de venado (Ecra, 1983) que contiene 48 % de proteína resulta menor (39.78%) debido a la humedad de la carne seca de venado es 21.86%

Referente al análisis microbiológico, la cecina presenta una carga microbiana en los estándares y límites recomendados .



Fig. 7: FLUJOGRAMA DEFINITIVO DE ELABORACIÓN DE CECINA



En cuanto a las características físico químicas la cecina presenta un índice de yodo de 120 %, lo que indica el grado de insaturación tiene un valor intermedio de ácidos grasos poliinsaturados comparados con la grasa de vacuno y pollo (ver cuadro 3 ) y además susceptible a los fenómenos de oxidación, un índice de acidez del 0.01 % y sin indicios de formación de peróxido, debido al efecto conservador (antioxidante) del humo y jugo de limón.

Finalmente las características sensoriales, ubica a la cecina como un producto de color marrón rojizo, olor característico, sabor sui generis y textura semiblanda y seca.

Cuadro 11: Análisis de la cecina antes del almacenamiento

ANÁLISIS PROXIMAL DE LA CECINA		
COMPONENTES	CONTENIDO (%)	
Humedad	40	%
Proteína	39.78	%
Grasa	13.28	%
Cenizas	6.48	%
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LA CECINA		
ÍNDICE	CONTENIDO (Unidades)	
Acidez	0.01	%
Peróxido	0	Milieu/Kg.
Yodo	120	%
Análisis de pH	5.7	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CECINA		
MICROORGANISMOS	CONTENIDO (Unidades)	
Microorganismos Totales viables	5000	ufc./gr.
Numeración de Hongos y levadura	0	col./gr.
Ciliformes fecales	0	col./gr.
EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CECINA		
CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO	VALOR TEÓRICO (Formato 3)
Color	4.0	Bueno
Olor	4.4	Entre bueno a muy bueno
Sabor	4.5	Entre bueno a muy bueno
Textura	4.0	Bueno

#### **4.4. Estudio de empaques y almacenamiento:**

Muestras de cecina envasadas en cuatro diferentes empaques (polietileno, celofán ambas de alta densidad, aluminio y bilaminado de aluminio), de 100gr cada uno, se colocaron en almacenes (ambiente cerrado a temperatura ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$  a estufa) para su almacenamiento durante tres meses. Las muestras fueron extraídas cada 15 días para los análisis físico - químicos, y sensoriales (usando formato 1y 2). y análisis microbiológico al final del almacenamiento. Los resultados del análisis físico químico (ANVA, DUNCAN al 5% ) se indica en el anexo 3.

##### **4.4.1. Características Físico – Químicas:**

En cuanto al índice de acidez, se observa en las figuras 8 y 9, un ligero incremento de acidez ( % de ácido oleico) en las muestras envasadas en empaques (polietileno, celofán ambas de alta densidad y aluminio); así mismo muestra una mínima variación de acidez de las muestras envasadas en empaques bilaminado de aluminio. El ANVA al 5% de probabilidad a temperatura (ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$  ); indica que el índice de acidez adquirida presenta diferencia estadística significativa para el tiempo de almacenamiento y para los empaques utilizados.

Cuando se interpreta mediante la prueba de medias de DUNCAN al 5% probabilidad a temperatura ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$ , se observa que la menor variación de acidez fue en la cecina envasada en bilaminado de aluminio, el cual no presenta diferencia estadística significativa con la acidez adquirida por la cecina envasada en empaque aluminio y/o existiendo diferencia estadística significativa con la acidez adquirida por la cecina envasada en polietileno y celofán ambas de alta densidad. La variación del índice de acidez de la cecina envasada es debido a la permeabilidad de estos empaques frente el vapor de agua que con presencia de  $\text{O}_2$  los ácidos grasos insaturados forman ácidos grasos libres (Cheftel, 1983).

Fig. 8: Índice de Acidez de cecina almacenada a 28°C

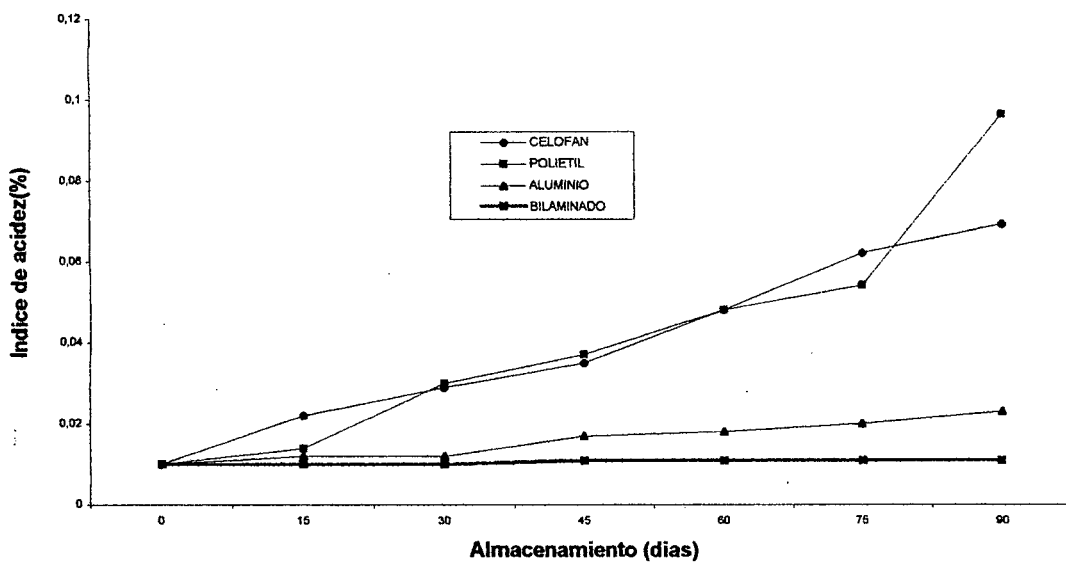
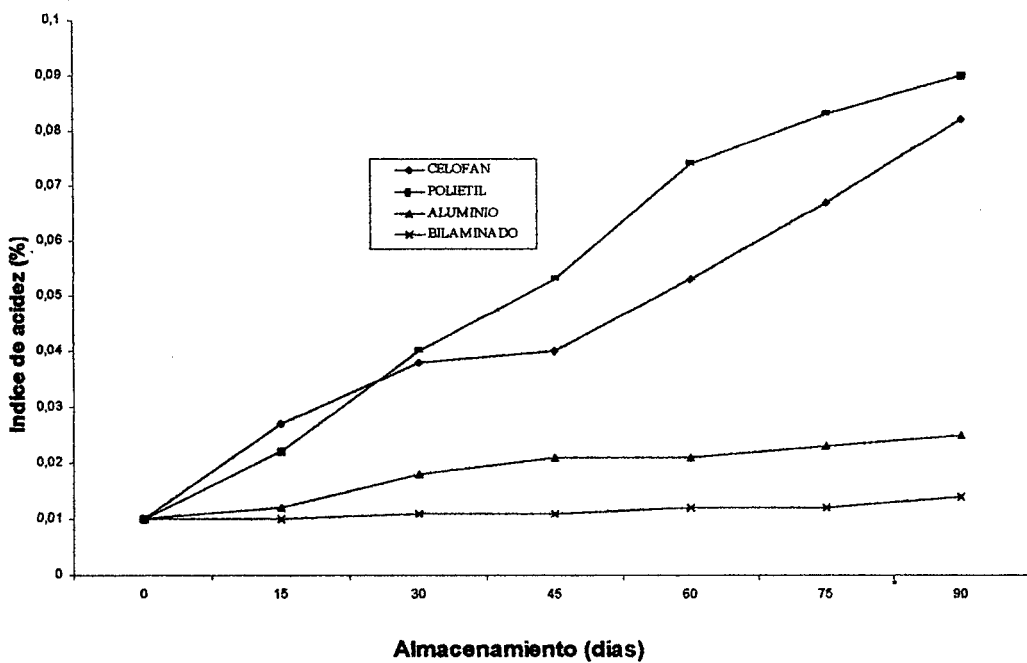


Fig. 9 : Índice de Acidez de cecina almacenada a 37°C



En cuanto al índice de peróxido, se observa en la figura (10 y 11) variaciones significativas en el índice de peróxido, especialmente a partir de los 60 días de almacenamiento, esta tendencia se acelera a temperatura de 37°C a estufa, lo cual estaría asociado a la hidrólisis o autooxidación de ácidos grasos de la cecina, debido a la escasa protección del envase y/o influencia directa de la temperatura de almacenamiento (Cheftel y Cheftel, 1983), dice que los peróxido se acumulan al inicio de la reacción, pero su proporción final termina por descender. El papel de la temperatura sobre la variación de la oxidación de lípidos es compleja y variable, en general un aumento de temperatura es desfavorable a la acción de antioxidantes.

La cecina envasada en bilaminado de aluminio durante el almacenamiento a Temperatura ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  no presenta indicios de formación de peróxido, esto debido a la buena protección del empaque y a un buen proceso tecnológico de elaboración de la cecina; sin embargo la cecina envasada bilaminado de aluminio durante el almacenamiento a temperatura 37°C a estufa presentó a los 90 días de almacenamiento 5 miliequivalentes/Kg. de muestra, valor considerado como aceptable para el consumo humano. ITINTEC, 1977 recomienda para el consumo humano un rango de índice de peróxido de 1 a 20 miliequivalentes/Kg. de muestra; mientras que Pearson 1976 especifica que un alimento con índice de Peróxido de 0 a 6 miliequivalentes/Kg. de muestra es sinónimo de frescura, lo cual indica que índice de peróxido (5 miliequivalentes/Kg.) de la cecina adquirida durante el almacenamiento a 37°C en empaque bilaminado es un valor que indica el buen estado de la cecina.

Al analizar el ANVA al 5% de probabilidad a temperatura (ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y 37°C a estufa) se observa que la variación de índice de peróxido presenta diferencia estadística significativa para el tiempo de almacenamiento y para los empaques utilizados.

Cuando se interpreta mediante la prueba de medias de DUNCAN a temperatura (ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$  a estufa) se observa que el índice de peróxido adquirido por la cecina a los 90 días de almacenamiento en bilaminado de aluminio son 0 y 5 respectivamente; los cuales no presentan diferencia estadística significativa con el índice de peróxido adquirido en el empaque aluminio, pero diferencia estadística significativa con el índice de peróxido adquirido por la cecina envasada en polietileno y celofán ambas de alta densidad.

En cuanto al índice de yodo, se observa en las figuras 12 y 13, que existe variación debido a los cambios internos de la cecina, escasa protección del empaque y/o influencia directa de la temperatura de almacenamiento (Cheftel, 1983). El ANVA al 5% de probabilidad, indica que el índice de yodo adquirido por la cecina presenta diferencia estadística significativa para el tiempo de almacenamiento y los empaques utilizados a temperatura ambiente ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y  $37^{\circ}\text{C}$ .

Cuando se interpreta mediante la prueba de medias de DUNCAN a temperatura (ambiente  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$  a estufa), se observa que la menor variación de índice de yodo adquirido fue en la cecina envasada en bilaminado de aluminio con un promedio de 120. El índice de yodo de la cecina envasada en bilaminado de aluminio y almacenada a temperatura ambiente ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) presenta diferencia estadística significativa con el índice de yodo adquirido por la cecina en empaque polietileno y celofán ambas de alta densidad y aluminio; sin embargo el índice de yodo adquirido por la cecina envasada en bilaminado de aluminio y almacenada a temperatura de estufa  $37^{\circ}\text{C}$  no presenta diferencia estadística significativa con el índice de yodo adquirido en empaque aluminio y existiendo con el índice de yodo adquirido por la cecina envasada en polietileno y celofán ambas de alta densidad.

El índice de yodo de las carnes y productos cárnicos tiende a bajar cuando existe transferencia de vapor de agua (humedad) a través de los polímeros del empaque, ya que el oxígeno presente en el vapor de agua reacciona en los sitios de insaturación de la grasa, formando compuestos inestables como peróxido lipídicos (Potter, 1973).

Fig.10: Índice de Peroxido de cecina almacenada a 28°C

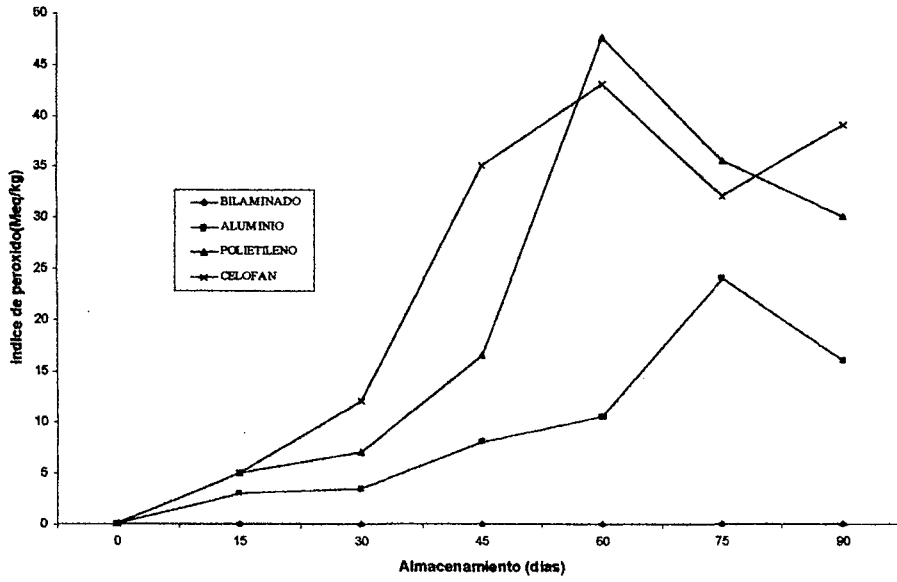


Fig.11: Índice de peroxido de cecina almacenada a 37 °C

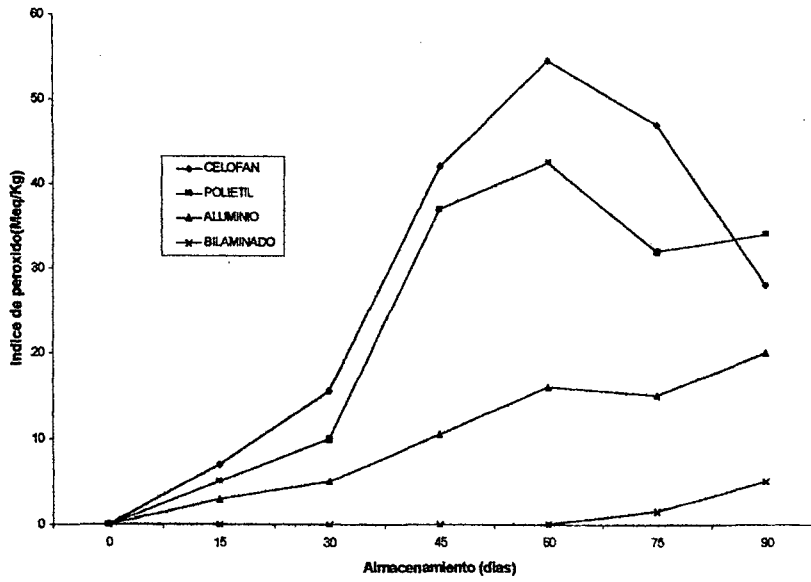


Fig.12 : Indice de yodo de cecina almacenada a 28 °C

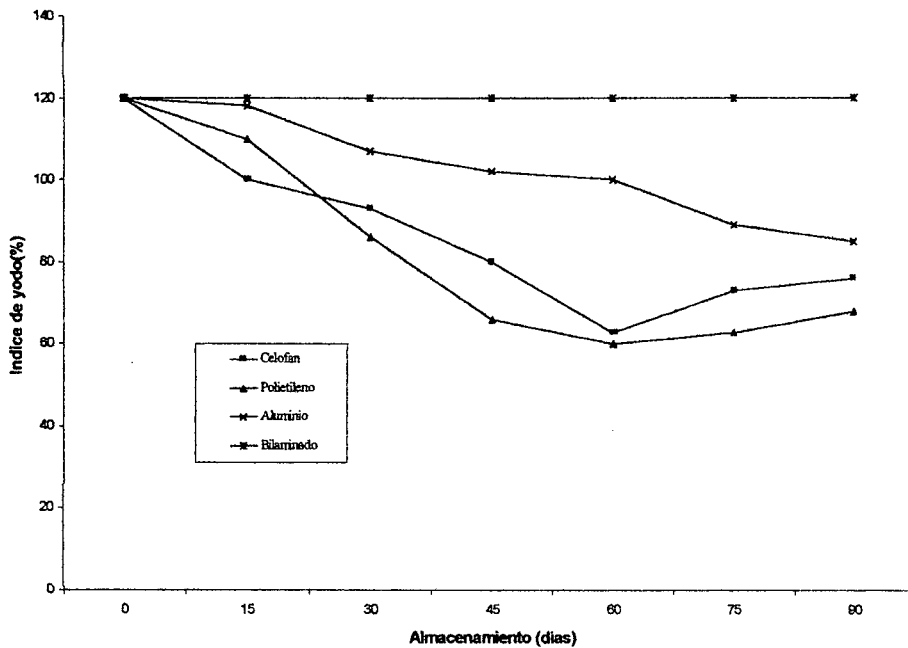
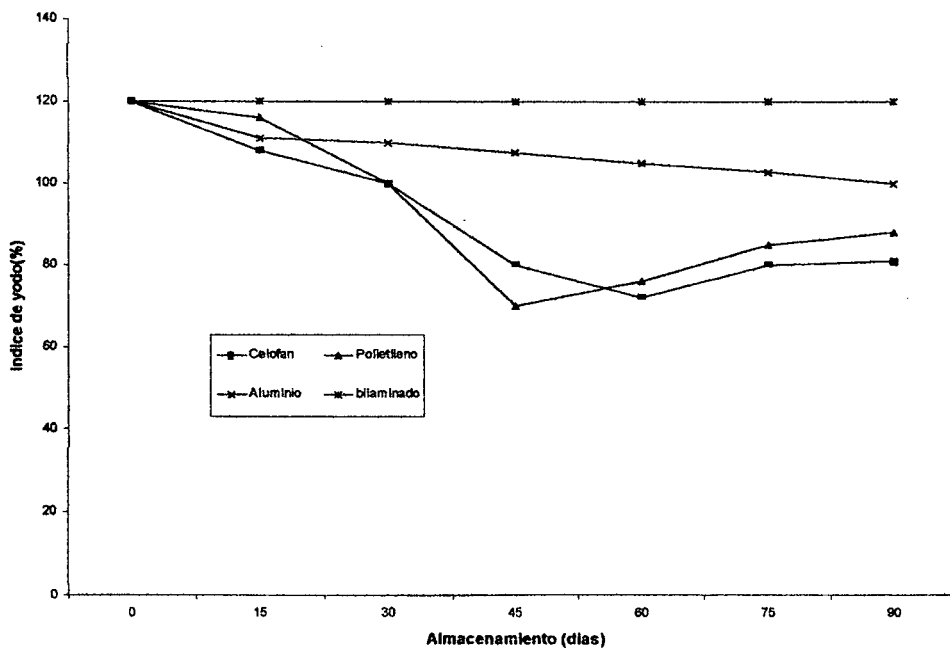


Fig.13 : Indice de yodo de cecina almacenada a 37 °C





#### 4.4.2. Características microbiológicas

El análisis microbiológico de la cecina (cuadro 12) a los 90 días de almacenamiento, indican que la cecinas empacadas en polietileno y celofán ambas de alta densidad presentaron alteraciones (viscosidad superficial y limos), esto debido a humedad interna de la cecina se traslada a la parte externa y la mala protección del empaque; sin embargo las muestras de cecina envasadas en empaque aluminio y empaque bilaminado de aluminio no presentaron alteraciones, por los componentes microbicidas y microbiostáticos del humo que retardan el desarrollo microbiano sobre las superficies ricas en proteínas de los productos cárnicos, asimismo el humo proporciona a la carne un color, olor y sabor agradable (Gracey 1989).

#### 4.4.3. Características sensoriales.

En el cuadro 13, se observa los valores promedios de la evaluación sensorial de las muestras de cecina durante el almacenamiento, para ello se contó con 10 panelistas semientrenados (personas que elaboran y consumen cecina); del cual se observa que las características sensoriales de las muestras empacadas en polietileno y celofán ambas de altas densidades no mantuvieron las mismas características al de la cecina inicial; esto debido a la escasa protección del empaque frente a la cecina, existiendo variaciones mínimas en las muestras envasadas en empaques de aluminio y bilaminado.

Cuadro 12: Análisis microbiológico de la cecina a los 90 días de almacenamiento a 37 °C en empaques flexibles

Microorganismos	Polietileno	Celofán	Aluminio	Bilaminado
Microorganismos aerobios totales	1.5 x 10 <sup>4</sup> Col./gr.	1.8 x 10 <sup>4</sup> Col./gr.	8 x 10 <sup>3</sup> Col./gr.	5 x 10 <sup>3</sup> Col./gr.
Numeración de hongos y levaduras	8 x 10 <sup>2</sup> Col./gr	1 x 10 <sup>3</sup> Col/gr	0/gr	0/gr
Coliformes fecales	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13 : Valores promedios de Evaluación sensorial de la cecina durante el almacenamiento (1)

Tiempo Dias	Empaques																Empaques															
	Polietileno								Celofan								Aluminio								Bilaminado							
	Color		Olor		Sabor		Textura		Color		Olor		Sabor		Textura		Color		Olor		Sabor		Textura		Color		Olor		Sabor		Textura	
Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	Ta	Te	
01	4,0	4,0	4,2	4,2	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,2	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,2	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,2	4,5	4,54	4,0	4,0
15	3,8	3,7	4,0	4,1	4,2	4,3	3,9	3,9	3,9	3,8	4,1	4,1	4,3	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	4,5	4,54	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,1	4,5	4,5	4,5	4,5
30	3,5	3,2	3,5	3,7	4,0	3,8	3,5	3,6	3,5	3,3	3,8	3,6	3,9	3,7	3,5	3,7	4,0	4,0	4,1	4,1	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0
45	3,3	3,1	3,0	3,1	3,0	3,4	3,3	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,9	3,9	3,9	4,1	4,5	4,4	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5	4,5	4,0
60	2,0	2,5	2,5	2,0	1,0	1,0	2,7	2,8	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
75	1,5	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,9	3,9	4,0	3,9	3,9	3,9	4,0	3,9	4,2	4,3	4,1	4,4	4,5	4,2	4,3	4,1
90	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	3,7	3,9	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0	4,5	4,2	4,3	4,4	4,1	4,5	4,5

(1) Promedio de 10 panelistas-semientrenados

Ta= Temperatura ambiente 28 +/- 2 °C, Te= Temperatura a estufa 37 °C

## V. CONCLUSIONES

1. Para la elaboración de cecina, se fileteó 12cm. de largo x 12cm. de ancho x 7mm. de espesor; realizándose el salado por el método de salazón húmeda en una solución al 11.3% (12°Be) por el periodo de una 1 hora.
2. El mejor parámetro de secado - ahumado fue a 50°C de temperatura por el periodo 4 horas y 12 minutos para obtener cecina con 40% de humedad; obteniéndose una cecina con 39.78 % de proteína, 13.28% de grasa y 6.48% de ceniza.
3. El empaque bilaminado de aluminio protege mejor, por que conserva las características químicas de la cecina durante el almacenamiento (índice de acidez 0.014%, índice de peróxido de 5 Milieq./Kg. y el índice de yodo permanece constante).
4. La cecina empacada y almacenada en bilaminado de aluminio conserva las características microbiológicas de la cecina inicial (microorganismos aerobios totales  $5 \times 10^3$  Col./gr., numeración de hongos y levaduras 0 /gr. y sin indicios de coliformes fecales).
5. El empaque bilaminado de aluminio protege mejor, por que conserva las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) de la cecina.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.- Realizar estudios de vida en anaquel usando los mismos empaque del estudio y otros empaques.
- 2.- Realizar estudio tecnológico de envasado al vacío orientado a la exportación.
- 3.- Realizar estudios de ahumado (concentración de humo, diferentes tipos de madera, etc).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. A.O.A.C.(1980). Official Methods of analysis of the AOAC. Ninth Ed. Washington D.C. EE.UU.
2. A.O.C.S, (1970). Official Methods of analysis of the An, Oil Chemist Soc.
3. BADUI, D.S. (1988). Química de los Alimentos. Editorial Alhambra; México.
4. BRISTON Y CATAN, (1974). Empacado de Alimentos.Editorial Espasa. España.
5. CADILLO, C.J. (1996): Crianza Intensiva de Cerdo. U.N.A.L.M. – Lima.
6. CHEFTEL.J.C.(1983). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos Vol. II Ed. Acribia.
7. CHISHOLM-STADARD, S.W.(1989). Evaluación sensorial de salchichas no pigmentadas España.
8. CEPCO, (1993). Elaboración de cecina – Tarapoto.
9. ECRA. (1983) Tabla de composición de alimentos peruanos”
10. EFENBERGER, G.; SCHOTE, K. (1972): Empaquetado de la Carne y Cárnicos. Editorial ACRIBIA, Zaragoza España. 186 pag.
11. FELLOWS, P. (1994). Tecnología del procesamiento de los alimentos Ed Acribia S.A. Zaragoza España.
12. GEANKOPLIS, C.S.(1978). Procesos de transporte y operaciones unitarias Editrial Continental. Mexico – 759 pag.
13. GRAU, R. (1970). Carne y productos cárnicos Lima Peru.
14. GARCIA, R.M.O; SOBRADO, T. y GUERRA, C. (1988). Utilidad, Riesgos y Alternativas del Uso del Nitrito en la Industria Cárnica. Alimentaria N°194, pp 13-18.
15. GRACEY, J.E. (1989): Higiene de la Carne. Interamericana – Mc Graw Hill, 1200pág.
16. HÁRDISSON, A y CASTELLS, S. (1988) Cancerígenos en Alimentos. Alimentaria N°190, pp 71-85. Editorial Deutscher Fachverlac GmbH.
17. HOFMANN, K. (1994): Conceptos de Calidad de Carnes Y Productos Cárnicos – su Significado Científico y Práctico.

18. IIAP (1993): Manual Técnico para el Ahumado de Pescado en la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú.
19. INEI (1997): Instituto Nacional de Estadística e Informática. Tomo 4, 1050 pag.
20. -----(1998): Instituto Nacional de Estadística e Informática. Tomo 3,
21. ITINTEC (1977): Definición y Requisitos de las Carnes Rojas. pp 1-12.
22. KERN, JOSEF (1994): Curado y Ahumado de la Carne. Fleischwirtsch. Español.
23. MOSSEL y QUEVEDO.(1967). Metodos recomendados para analisis microbiologico de alimentos
24. OCON, J y TOJO G. (1980). Problemas de ingenieria quimica Vol I Ed Aguilar Madrid España.
25. PEREZ, O.M. (1992). Producción del ganado porcino en el tropico Tingo maria Peru.
26. PEARSON, B.(1976). Tecnica de laboratorio de analisis de los alimento Ed Acribia Zaragoza España.
27. POTTER, N. (1973). La Ciencia de los alimentos. Ed. Adutex Mexico 749 pag.
28. SHUPINGAHUA, MR.A. (1994): Empacado de Cecina. Trabajo de Prácticas, 57 pág
29. SANZ, E.C. (1967): Enciclopedia de la Carne. Editorial Espasa Calpe – España, 1086 pág.
30. SALAS, V.W.F. (1995): Envases y Embalajes de Alimento”. U.N.A.L.M., Lima-Perú 80pág.
31. TELLEZ, V.J.G. (1992): Tecnología e Industrias Cárnicas. U.N.A.L.M., Lima-Perú, 183 pág.
31. WIRTH, F. : Valores Normativos de la Tecnología Cárnica. Fleischwirtsch – Español.
33. WEINACKER, KARL y BITTNER, SERGIO (1990): “Proceso de Ahumado”. Información Técnica; Alimentos N°3 vol. 15 – Santiago de Chile.

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO I**

**FORMATO 1: PRUEBA DE ACEPTABILIDAD  
EVALUACION DE ATRIBUTOS SENSORIALES**

PANELISTA: \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

**PRODUCTO A EVALUAR: CECINA**

**INDICACIONES.**

Señor panelista se te presenta cinco (05) tratamientos, se te pide que califique los atributos como el Color, Olor, Sabor y Textura y los resultados reporte en el Cuadro siguiente según la presente escala.

<u>ESCALA</u>	<u>CALIFICATIVO</u>
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

Tratamiento	Calificativo			
	Color	Olor	Sabor	Textura
T - 1				
T - 2				
T - 3				
T - 4				
T - 5				



**FORMATO 2: PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**  
**EVALUACION DE ATRIBUTOS SENSORIALES**

PANELISTA: \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

**PRODUCTO A EVALUAR: CECINA**

**INDICACIONES.**

Señor panelista se te presenta cuatro (04) tratamientos, se te pide que califique los atributos como el Color, Olor, Sabor y Textura y los resultados reporte en el Cuadro siguiente según la presente escala.

<u>ESCALA</u>	<u>CALIFICATIVO</u>
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

Tratamiento	Calificativo			
	Color	Olor	Sabor	Textura
T - 6				
T - 7				
T - 8				
T - 9				

**FORMATO 3: PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**  
**EVALUACION DE ATRIBUTOS SENSORIALES DURANTE EL**  
**ALMACENAMIENTO**

PANELISTA: \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

**PRODUCTO A EVALUAR: CECINA**

**INDICACIONES.**

Usted esta recibiendo cuatro (04) muestras de Cecina empacados en cuatro (04) diferentes tipos de empaques; califique los atributos sensoriales como el Color, Olor, Sabor y Textura y/o reporte en el cuadro siguiente los resultados según la presente escala.

<u>ESCALA</u>	<u>CALIFICATIVO</u>
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

Atributos	Muestras			
	A	B	C	D
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				

A: Cecina empacada en Polietileno de alta densidad.

B: Cecina empacada en Celofán de alta densidad

C: Cecina empacada en Aluminio

D: Cecina empacada en empaque bilaminado.

**ANEXO II**  
**RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL**  
**DURANTE EL SECADO AHUMADO**

**PARAMETRO DEL SABOR**

TRAT. BLOQUE	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	TOTAL	X
1	4	4	3	4	4	4	3	5	3	34	3.78
2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	30	3.33
3	3	4	3	4	5	4	4	3	4	34	3.78
4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	32	3.56
5	3	4	3	3	4	4	3	4	3	31	3.44
6	4	3	3	4	4	4	3	4	4	33	3.67
7	4	4	3	4	4	3	3	4	4	33	3.67
8	4	4	4	3	4	3	3	4	4	33	3.67
9	4	4	4	3	4	4	3	5	3	34	3.78
10	4	3	4	4	3	4	3	3	3	31	3.44
TOTAL AB	37	37	33	36	40	37	32	39	34	325	
X AB	3.7	3.7	3.3	3.6	4.0	3.7	3.2	3.9	3.4		
TOTAL A	a <sub>1</sub> = 107		a <sub>2</sub> = 113			a <sub>3</sub> = 105			325		
X A	3.57		3.77			3.50					
TOTAL B	b <sub>1</sub> =105		b <sub>2</sub> = 116			b <sub>3</sub> = 104			325		
X B	3.50		3.87			3.47					

**PARAMETRO DEL OLOR**

TRAT. BLOQUE	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	TOTAL	X
1	4	4	3	4	4	3	4	4	3	33	3.67
2	3	4	3	4	5	3	3	4	4	33	3.67
3	3	4	3	4	5	4	4	5	4	36	4.00
4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	31	3.44
5	3	4	3	4	4	3	4	5	3	33	3.67
6	4	4	4	4	4	4	4	5	4	37	4.11
7	4	5	4	4	4	3	3	4	4	35	3.89
8	4	4	4	4	4	3	4	4	3	34	3.78
9	4	4	4	4	4	3	4	5	3	35	3.89
10	4	5	4	4	4	3	4	4	3	35	3.89
TOTAL AB	36	42	35	39	42	32	38	44	34	342	
X AB	3.6	4.2	3.5	3.9	4.2	3.2	3.8	4.4	3.4		
TOTAL A	a <sub>1</sub> = 113		a <sub>2</sub> =113			a <sub>3</sub> =116			342		
X A	3.77		3.77			3.87					
TOTAL B	b <sub>1</sub> =113		b <sub>2</sub> =128			b <sub>3</sub> =101			342		
X B	3.77		4.27			3.37					

## PARAMETRO DEL COLOR

TRAT. BLOQUE	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	TOTAL	X
1	3	4	3	4	5	3	3	4	3	32	3.56
2	4	4	4	4	5	4	3	4	3	35	3.89
3	3	4	3	3	4	3	4	3	2	29	3.22
4	3	3	3	4	5	3	4	4	4	33	3.67
5	4	4	4	4	5	4	4	4	3	36	4.00
6	3	4	4	4	4	4	3	4	3	33	3.67
7	3	3	3	3	3	3	3	5	3	29	3.22
8	3	3	4	4	5	3	4	4	3	33	3.67
9	3	4	3	3	5	4	4	4	4	34	3.78
10	3	4	3	3	4	3	4	4	3	31	3.44
TOTAL AB	32	37	34	36	45	34	36	40	31	325	
X AB	3.2	3.7	3.4	3.6	4.5	3.4	3.6	4.0	3.1		
TOTAL A	a <sub>1</sub> =103			a <sub>2</sub> =115			a <sub>3</sub> =107			325	
X A	3.43			3.83			3.56				
TOTAL B	b <sub>1</sub> =104			b <sub>2</sub> =122			b <sub>3</sub> =99			325	
X B	3.47			4.07			3.17				

## PARAMETRO DE TEXTURA

TRAT. BLOQUE	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	TOTAL	X
1	3	4	3	3	4	3	3	4	2	29	3.22
2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	27	3.00
3	3	4	3	3	5	3	3	4	2	30	3.33
4	3	4	2	3	4	3	3	4	3	29	3.22
5	2	3	3	3	4	3	4	4	2	28	3.11
6	3	4	3	2	4	4	3	3	2	28	3.11
7	3	4	3	3	3	3	2	3	3	27	3.00
8	4	4	3	3	4	3	3	4	3	31	3.44
9	3	3	3	3	4	2	3	4	3	28	3.11
10	4	4	3	4	4	3	4	4	4	34	3.78
TOTAL AB	31	38	28	30	40	29	31	38	26	291	
X AB	3.1	3.8	2.8	3.0	4.0	2.9	3.1	3.8	2.6		
TOTAL A	a <sub>1</sub> =97			a <sub>2</sub> =99			a <sub>3</sub> =95			291	
X A	3.23			3.30			3.17				
TOTAL B	b <sub>1</sub> =92			b <sub>2</sub> =116			b <sub>3</sub> =83			291	
X B	3.07			3.87			2.77				

**ANEXO III**

**CAMBIOS DE ACIDEZ ADQUIRIDA DURANTE EL ALMACENAMIENTO  
DE CECINA A 37°C**

<b>EMPAQUE</b>	<b>INDICE DE ACIDEZ</b>							<b>TOTAL</b>	$\bar{x}$
	<b>TEMP. 37°C ESTUFA</b>								
	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>90</b>		
<b>CELOFAN</b>	0,01	0,027	0,038	0,04	0,053	0,067	0,082	0,317	0,045
<b>POLIETIL</b>	0,01	0,022	0,04	0,053	0,074	0,083	0,09	0,372	0,053
<b>ALUMINIO</b>	0,01	0,012	0,018	0,021	0,021	0,023	0,025	0,13	0,019
<b>MULTIPLE</b>	0,01	0,01	0,011	0,011	0,012	0,012	0,014	0,08	0,011
<b>TOTAL</b>	0,04	0,071	0,107	0,125	0,160	0,185	0,211	0,899	0,128
$\bar{x}$	0,01	0,018	0,027	0,0313	0,04	0,046	0,0523	0,224	0,032

## ANVA DEL INDICE DE ACIDEZ

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.Ob.</b>	<b>F.Tab.</b>	<b>SIGNIF</b>
<b>BLOQUE</b>	3	0,009	0,003	13,64	3,10	XX
<b>TRATAM.</b>	6	0,006	0,001	4,49	3,16	XX
<b>E. EXP.</b>	18	0,004	0,00			
<b>TOTAL</b>	27	0,018	0,004	18,13	6,26	

## PRUEBA DE DUNCAN DEL INDICE DE ACIDEZ

<b>CLAVE</b>	<b>INDICE DE ACIDEZ</b> $\bar{x}$	<b>SIGNIF</b>
<b>POLIETILENO</b>	0,053	<b>a</b>
<b>CELOFAN</b>	0,045	<b>a</b>
<b>ALUMINIO</b>	0,019	<b>b</b>
<b>MULTIPLE</b>	0,011	<b>b</b>

CAMBIOS DE INDICE DE IODO ADQUIRIDO DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO DE CECINA A 37°C

EMPAQUE	INDICE DE IODO							TOTAL	$\bar{x}$
	TEMP. 37°C ESTUFA								
	0	15	30	45	60	75	90		
CELOFAN	120	108	100	80	72	80	81	641	91,57
POLIETIL	120	116	100	70	76	85	88	655	93,57
ALUMINIO	120	111	110	107,5	105	103	100	756,5	108,07
MULTIPLE	120	120	120	120	120	120	120	840	120
TOTAL	480	455	430	377,5	373	388	389	2892,5	413,21
$\bar{x}$	120	113,8	107,5	94,38	93,25	97,00	97,25	725,13	103,30

ANVA DEL INDICE DE IODO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Ob.	F.Tab.	SIGNIF
BLOQUE	3	3737,02	1245,7	12,98	3,16	XX
TRATAM.	6	2650,73	441,8	4,60	3,16	XX
E. EXP.	18	1727,91	96,00			
TOTAL	27	8115,66	1783,5	12,98	6,32	

PRUEBA DE DUNCAN DEL INDICE DE IODO

CLAVE	INDICE DE IODO $\bar{x}$	SIGNIF
MULTIPLE	120,00	a
ALUMINIO	108,10	ab
POLIETILENO	93,57	bc
CELOFAN	91,57	c

CAMBIOS DE INDICE PEROXIDO ADQUIRIDO DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO DE CECINA A 37°C

EMPAQUE	INDICE DE PEROXIDO							TOTAL	$\bar{x}$
	TEMP. 37°C ESTUFA								
	0	15	30	45	60	75	90		
CELOFAN	0	7	15,5	42	54,5	47	28	194	27,71
POLIETIL	0	5	10	37	42,5	32	34	160,5	22,93
ALUMINIO	0	3	5	10,5	16	15	20	69,5	9,93
MULTIPLE	0	0	0	0	0	1,5	5,0	6,5	0,93
TOTAL	0	15	30,5	89,5	113	95,5	8,7	430,5	61,50
$\bar{x}$	0	3,75	7,65	22,38	28,25	23,88	21,75	107,64	15,38

ANVA DEL INDICE DE PEROXIDO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Ob.	F.Tab.	SIGNIF
BLOQUE	3	3133,74	1044,58	10,68	3,16	XX
TRATAM.	6	3037,00	506,17	5,18	3,16	XX
E. EXP.	18	1759,57	97,75			
TOTAL	27	7930,31	1648,5	15,86	6,32	

PRUEBA DE DUNCAN DEL INDICE DE PEROXIDO

CLAVE	INDICE DE PEROXIDO $\bar{x}$	SIGNIF
CELOFAN	27,71	a
POLIETILENO	22,93	ab
ALUMINIO	9,93	bc
MULTIPLE	9,93	c

CAMBIOS DE ACIDEZ ADQUIRIDA DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE  
CECINA A TEMPERATURA AMBIENTE +/- 28°C

EMPAQUE	INDICE DE ACIDEZ							TOTAL	$\bar{x}$
	TEMPERATURA AMBIENTE								
	0	15	30	45	60	75	90		
CELOFAN	0,01	0,022	0,029	0,035	0,048	0,062	0,069	0,275	0,039
POLIETIL	0,01	0,014	0,03	0,037	0,048	0,054	0,096	0,289	0,041
ALUMINIO	0,01	0,012	0,012	0,017	0,018	0,02	0,023	0,112	0,016
MULTIPLE	0,01	0,01	0,01	0,011	0,011	0,011	0,011	0,074	0,011
TOTAL	0,04	0,058	0,081	0,10	0,125	0,147	0,199	0,75	0,107
$\bar{x}$	0,01	0,015	0,020	0,025	0,031	0,037	0,050	0,188	0,027

ANVA DEL INDICE DE ACIDEZ

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Ob.	F.Tab.	SIGNIF
BLOQUE	3	0,005	0,002	9,04	3,16	XX
TRATAM.	6	0,005	0,001	3,9	3,16	XX
E. EXP.	18	0,003	0,000			
TOTAL	27	0,013	0,003	12,94	6,32	

PRUEBA DE DUNCAN DEL INDICE DE ACIDEZ

CLAVE	INDICE DE ACIDEZ $\bar{x}$	SIGNIF
POLIETILENO	0,041	a
CELOFAN	0,039	a
ALUMINIO	0,016	b
MULTIPLE	0,011	b



CAMBIOS DE AINDICE DE IODO ADQUIRIDO DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO DE CECINA A TEMPERATURA AMBIENTE +/- 28°C

EMPAQUE	INDICE DE IODO							TOTAL	$\bar{x}$
	TEMPERATURA AMBIENTE								
	0	15	30	45	60	75	90		
CELOFAN	120	100	93	80	63	73	76	605	86,43
POLIETIL	120	110	86	66	60	63	68	573	81,86
ALUMINIO	120	118	107	102	100	89	85	721	103
MULTIPLE	120	120	120	120	120	120	120	840	120
TOTAL	480	448	406	368	343	345	349	2739	391,29
$\bar{x}$	120	112	101,5	92	85,75	86,25	87,25	684,75	97,82

ANVA DEL INDICE DE IODO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Ob.	F.Tab.	SIGNIF
BLOQUE	3	6323,54	2107,85	16,44	3,16	XX
TRATAM.	6	4526,86	754,48	5,88	3,16	XX
E. EXP.	18	2307,71	128,21			
TOTAL	27	13158,11	2990,53	22,32	6,32	

PRUEBA DE DUNCAN DEL INDICE DE IODO

CLAVE	INDICE DE IODO $\bar{x}$	SIGNIF
MULTIPLE	120,00	a
ALUMINIO	103,00	b
CELOFAN	86,43	bc
POLIETILENO	81,86	c

**CAMBIO DE INDICE DE PEROXIDO ADQUIRIDO DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO DE CECINA A TEMPERATURA AMBIENTE +/-  
28°C**

EMPAQUE	INDICE DE PEROXIDO							TOTAL	$\bar{x}$
	TEMPERATURA AMBIENTE								
	0	15	30	45	60	75	90		
BILAMINADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALUMINIO	0	3	3,5	8	10,5	24	16	65	9,29
POLIETILENO	0	5	7	16,5	47,5	35,5	30	141,5	20,2
CELOFAN	0	5	12	35	43	32	39	166	23,7
TOTAL	0	13	22,5	59,5	101	91,5	85	372,5	53,21
$\bar{x}$	0	3,25	5,63	14,88	25,25	22,88	21,25	93,14	13,30

**ANVA DEL INDICE DE PEROXIDO**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Ob.	F.Tab.	SIGNIF
BLOQUE	3	2444,88	814,96	9,00	3,16	XX
TRATAM.	6	2547,86	424,64	4,69	3,16	XX
E. EXP.	18	1629,93	90,55			
TOTAL	27	6622,67	1330,15	13,69	6,32	

**PRUEBA DE DUNCAN DEL INDICE DE PEROXIDO**

CLAVE	INDICE DE IODO $\bar{x}$	SIGNIF
CELOFAN	23,70	a
POLIETILENO	20,20	ab
ALUMINIO	9,29	abc
MULTIPLE	0	c

**ANEXO IV****DATOS DE SECADO DE CECINA****A. DATOS SOBRE EL PRODUCTOS**

- Cantidad : 1500 gr/bandejas
- Dimensiones : Largo = 40 cm.  
Ancho = 18 cm.  
Espesor = 0.7 cm.
- Humedad : 73.5%
- N° de piezas de carne : 4/bandejas
- Forma : Forma Paralelepipedo Rectangular
- N° de Bandejas : 2

**B. DATOS DE CONDICIONES DE SECADO**

- Temperatura : 50°C
- Humedad Relativa :
- Alimentación del Aire Caliente Forzada
- Secador de bandejas

Datos de secado-ahumado a T=50°C

Nº	$\Delta\theta$ Minuto s	W gr	$\Delta W$ gr	HBH	HBS	Sólido Seco	R	AREA cm <sup>2</sup>
01	0	3000	0	73.5	2.77	795		12169.6
02	15	2820	180	71.8	2.55	795	$9.6 \times 10^{-4}$	12169.6
03	30	2645	175	69.9	2.32	795	$1.0 \times 10^{-3}$	12169.6
04	45	2480	165	67.9	2.12	795	$8.7 \times 10^{-4}$	12169.6
05	75	2295	185	65.4	1.89	795	$5.0 \times 10^{-4}$	12169.6
06	105	2125	170	62.6	1.67	795	$4.8 \times 10^{-4}$	12169.6
07	135	1955	170	59.3	1.45	795	$4.8 \times 10^{-4}$	12169.6
08	165	1790	165	55.6	1.25	795	$4.4 \times 10^{-4}$	12169.6
09	195	1615	175	50.8	1.03	795	$4.8 \times 10^{-4}$	12169.6
10	225	1455	160	45.4	0.83	795	$4.4 \times 10^{-4}$	12169.6
11	255	1315	140	39.5	0.65	795	$3.9 \times 10^{-4}$	12169.6
12	315	1215	100	34.6	0.53	795	$1.3 \times 10^{-4}$	12169.6
13	435	1125	90	29.3	0.41	795	$6.5 \times 10^{-5}$	12169.6
14	615	1075	50	26.0	0.35	795	$2.2 \times 10^{-5}$	12169.6
15	855	1025	50	22.4	0.29	795	$1.6 \times 10^{-5}$	12169.6
16	1095	980	45	18.9	0.23	795	$1.6 \times 10^{-5}$	12169.6

$\theta$ =tiempo, W= peso de la cecina, HBH= humedad base húmeda, HBS= humedad base seca, R= Velocidad de secado, A= área de secado

#### 1. CALCULO DE MATERIA SECA

$$M_s = 1500 (1 - 0.735)$$

$$M_s = 397.5 \text{ gr} \times 2 = 795$$

## 2. CALCULO DE AREA DE SECADO DE LA PIEZA DE CARNE

$$A. \text{ Total} = 2\{N^{\circ} \text{ de piezas de carne} \cdot \{(2(\text{largo} + \text{ancho}) \text{ Espesor} + 2(\text{Largo})(\text{Ancho})\}\}$$

$$A. \text{ Total} = 2(4)\{2(40 + 18)(0.7) + 2(40)(18)\}$$

$$A. \text{ Total} = 12169.6 \text{ cm}^2$$

## A. TIEMPO ANTICRITICO (Qa)

$$\theta_a = \frac{S}{AR_c} (X_1 - X_c)$$

$$\theta_a = \frac{795 (2.77 - 0.48)}{12169.6(6.6 \times 10^{-5})}$$

$$\theta_a = 2266.64$$

## B. TIEMPO POST - CRITICO

$$\theta_p = \frac{S}{A} \frac{(x_c - x^x)}{R_c} \ln \frac{(x_c - x^x)}{X_2 - x^x}$$

$$\theta_p = \frac{795}{12169.6} \frac{(0.48 - 0.225)}{0.000066} \ln \frac{(0.48 - 0.225)}{0.23 - 0.225}$$

$$\theta_p = 992.39$$

## C. TIEMPO TOTAL DE SECADO

$$\theta_t = 3259.03$$

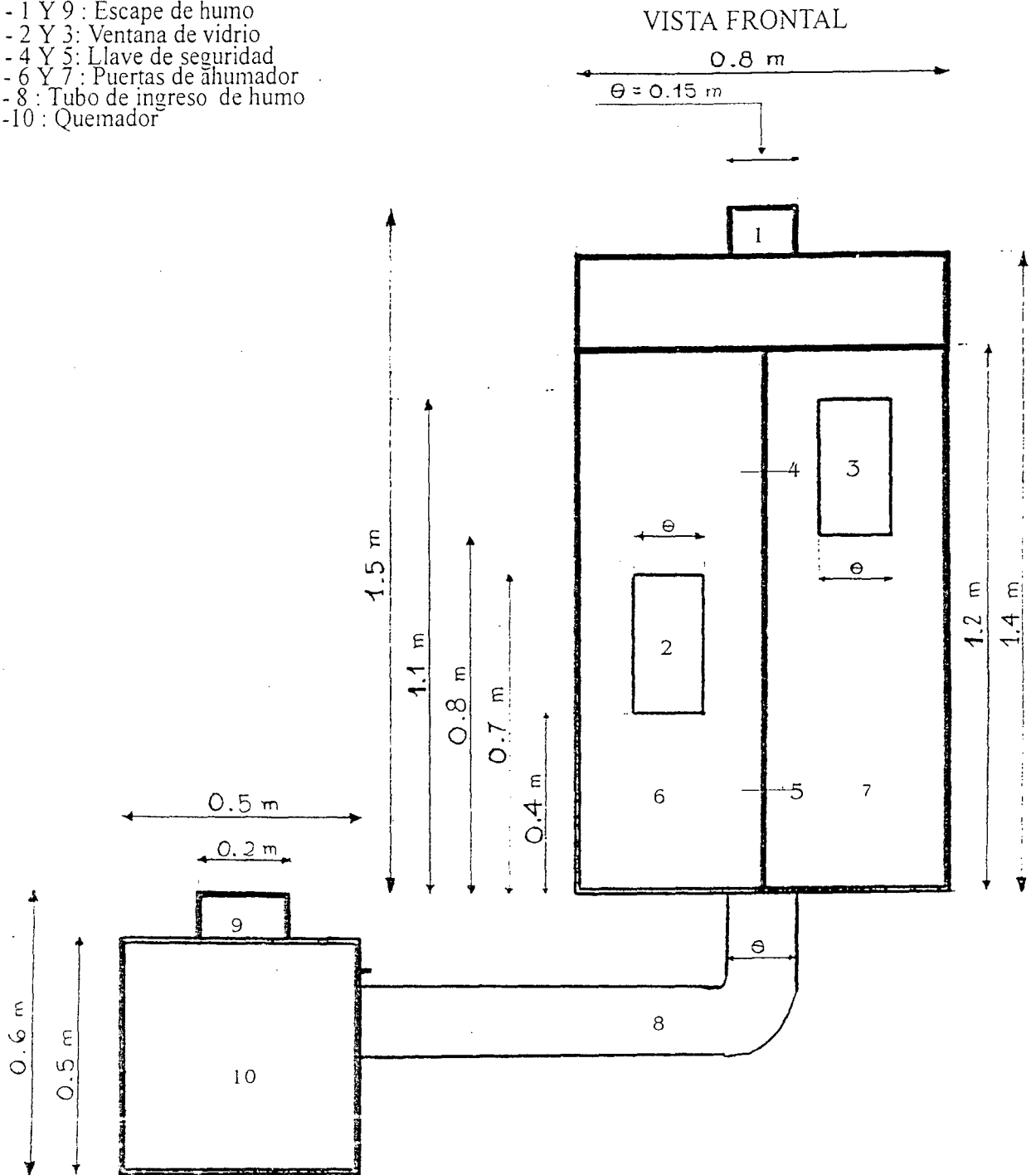
$$\theta_t = 54 \text{ hr. } 18 \text{ mm.}$$

# ANEXO V

DISEÑO DEL AHUMADOR : Material calamina plana

## LEYENDA

- 1 Y 9 : Escape de humo
- 2 Y 3: Ventana de vidrio
- 4 Y 5: Llave de seguridad
- 6 Y 7: Puertas de ahumador
- 8 : Tubo de ingreso de humo
- 10 : Quemador



# VISTA PERFIL

## LEYENDA

- 11: Termómetro de 0- 300 °C
- 12: Ventana de vidrio

