



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Tesis de grado previa a la obtención del título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE COCCIÓN (TIEMPO Y TEMPERATURA), EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, MICROBIOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DEL JAMÓN A BASE DE CARNE DE CUY”

Estudiante:

LIZ MÁDELYN MATUTE ROMÁN

Directora de Tesis:

ING. MARÍA GUTIÉRREZ

Santo Domingo– Ecuador

MAYO, 2014

“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE COCCIÓN (TIEMPO Y TEMPERATURA), EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, MICROBIOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DEL JAMÓN A BASE DE CARNE DE CUY”

Ing. María Gutiérrez

DIRECTORA DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Crespín

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Christian Vallejo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....del 2014.

Autor: LIZ MÁDELYN MATUTE ROMÁN
Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Título de Tesis: “EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE COCCIÓN (TIEMPO Y TEMPERATURA), EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, MICROBIOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DEL JAMÓN A BASE DE CARNE DE CUY”
Fecha: MAYO, 2014

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad de la autora.

Liz Mádelyn Matute Román
C.I. 172218091-4

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo,.....de.....del 2014.

Ing. Daniel Anzules

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por la señorita: **LIZ MÁDELYN MATUTE ROMÁN**, cuyo tema es: **“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE COCCIÓN (TIEMPO Y TEMPERATURA), EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, MICROBIOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DEL JAMÓN A BASE DE CARNE DE CUY”**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. María Gutiérrez
DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

A Dios, mi Creador quien guía mi vida y me mantiene firme en mis propósitos de cada día. El Rey de Reyes que me bendijo desde el primer día con el hogar al que me destinó pertenecer, y que a lo largo de mi niñez y de mi juventud puso en mi camino a muchas personas de gran corazón.

Mi Mamita Maura Román, la mujer que más admiro sobre la faz de la tierra, quien me dio la vida y que por tal razón supo cómo guiarme por el camino del bien y que cada día me convence de que nada me sería imposible alcanzar poniéndome en las manos de Dios.

Mi Papito Luis Matute, el padre que cualquier persona quisiera tener, y que con su amor, apoyo y responsabilidad hizo de mí una mujer de proceder correcto y que junto a mi madre y sin desmayo me apoyaron para que hoy yo sea una profesional.

Mis hermanos, mi Luiggito, y mi Reysbincito, que a más de ser mi sangre son mis amigos, gracias a su apoyo durante mi vida personal y estudiantil he alcanzado muchos de mis objetivos, siendo esta ingeniería el objetivo más grande que logro con su ayuda.

Mi compañero y enamorado Cristhian Gutiérrez, jamás le dejaré de agradecer a Dios por ser tú una de esas bendiciones de las que siempre digo que está llena mi vida. Te agradezco infinitamente por la paciencia, el apoyo, el tiempo (porque sacrificaste muchas veces el tuyo por ayudarme a cumplir mis propósitos), por el amor que has sabido brindarme y por también sabértelo ganar gracias a esa infinidad de virtudes que Dios te regaló. Eres un hombre maravilloso y por tal razón te amo.

Mis Abuelitos, Mi querido Papito Coché mi consejero, mi segundo padre. Usted es un ejemplo de hombre, esposo y padre y a quien admiro inmensamente. Dedicado también en memoria de mis abuelitos Cesar (+), Inés (+), Carmelita (+), quienes se fueron de mi lado únicamente en cuerpo, pero que pase el tiempo que pase, jamás saldrán de mi vida y de mi corazón.

Con amor, Liz.

AGRADECIMIENTO

A mi establecimiento educativo UTE, porque fueron sus puertas las que se abrieron para que en sus aulas sea en donde yo me forme para ser una profesional.

A mi Coordinador, el Ingeniero Daniel Anzules, a quien admiro mucho a nivel profesional y personal, recalco que en toda mi etapa de preparación académica, jamás vi un Coordinador más interesado por el progreso de sus estudiantes como lo fue usted. Gracias por ello.

A mi Directora de tesis, la Ingeniera María Gutiérrez, quien en primera instancia me instruyo en sus cátedras, y que llegado el momento de realizar mi proyecto de grado supo guiarme con gran paciencia, y dedicación, mostrando en todo momento su alto nivel de profesionalismo.

A mis calificadores, Ingeniero Juan Crespín e Ingeniero Christian Vallejo, por brindarme su ayuda antes, durante y después de la realización de este proyecto de grado.

A mi querida tía Julia, una mujer luchadora y amorosa, de quien tengo gratos recuerdos desde mi niñez, gracias por su apoyo incondicional y desmedido.

Mis tíos y primos, porque de una u otra manera comparten conmigo y mi hogar de momentos inolvidables, propios de una inmensa familia unida y en la que sobreabunda el amor.

A mis estimados maestros, quienes cada día demostraron amor a su trabajo y gran compatibilidad con sus alumnos, porque a lo largo de mi formación académica en ellos encontré más que un (a) maestro (a), un (a) amigo (a), gracias de corazón.

Con cariño, Liz.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TEMA	PÁG.
Portada.....	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal.....	ii
Responsabilidad del Autor	iii
Aprobación del Director de Tesis	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xiii
Executive Summary	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.	Justificación de la investigación.....	2
1.3.	Objetivos	3
1.3.1.	Objetivo general	3
1.3.2.	Objetivos específicos	4
1.4.	Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	Antecedentes	5
2.2.	Fundamentos teóricos.....	6
2.2.1.	Carne	6

2.2.1.1.	Composición química de la carne	6
2.2.1.1.1.	Agua	7
2.2.1.1.2.	Lípidos.....	7
2.2.1.1.3.	Proteínas	7
2.2.1.2.	Importancia de la carne en la dieta.....	8
2.2.2.	Rigor mortis	9
2.2.3.	Embutidos	9
2.2.3.1.	Jamón	10
2.2.4.	Cuy.....	11
2.2.4.1.	Filiación zoológica	11
2.2.4.2.	Tipos de cuyes.....	12
2.2.4.2.1.	Clasificación por conformación	12
2.2.4.2.2.	Clasificación por pelaje.....	13
2.2.5.	Carne de cuy.....	15
2.2.5.1.	Composición química de la carne de cuy.....	15
2.2.6.	Rendimiento promedio de la carcasa	16
2.2.7.	Especias, condimentos y aditivos.....	17
2.2.7.1.	Especias.....	17
2.2.7.2.	Condimentos y aditivos.....	17
2.2.7.2.1.	Condimentos	17
2.2.7.2.2.	Aditivos	18
2.2.7.2.2.1.	Fosfatos	18
2.2.7.2.2.2.	Antioxidantes	19
2.2.7.2.2.3.	Nitritos y nitratos.....	19
2.2.7.2.2.4.	Almidones	20
2.2.7.2.2.5.	Ligantes (Proteína de soya).....	21
2.2.7.2.2.6.	Sal.....	21
2.2.7.2.2.7.	Azúcar	22
2.2.8.	Criterios microbiológicos para el registro sanitario de alimentos..	22
2.2.9.	Mecanismos de transferencia de calor	24
2.2.9.1.	Transferencia de calor por conducción	24
2.2.9.1.1.	Ley de Fourier	24
2.2.10.	Diseño experimental.....	25

2.2.10.1.	Diseño completamente al azar	25
2.2.11.	Balance de materia y energía	26
2.2.11.1.	Balance de materia	27
2.2.11.2.	Balance de energía	27

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Sitio del estudio.....	29
3.2.	Tipo y nivel de investigación	29
3.3.	Métodos de investigación.....	29
3.4.	Fuentes y técnicas de investigación	30
3.5.	Materiales, equipos e ingredientes utilizados en la elaboración ...	31
3.6.	Diseño experimental.....	32
3.6.1.	Variables	32
3.6.2.	Tratamientos.....	33
3.6.3.	Unidad experimental	34
3.6.4.	Método estadístico	34
3.7.	Manejo del experimento.....	35
3.7.1.	Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de jamón.....	35
3.7.2.	Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de jamón .	39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados del diseño experimental	45
4.1.1.	Humedad de jamón de cuy	45
4.1.2.	Proteína presente en jamón de cuy	46
4.1.3.	Grasa presente en jamón de cuy	48

4.1.4.	Ceniza presente en jamón de cuy	49
4.1.5.	Elementos no nitrogenados (E.N.N) presentes en el jamón de cu ..	49
4.2.	Discusión del diseño experimental.....	50
4.3.	Tabulación de encuestas por catación, del jamón	51
4.3.1.	Análisis del color.....	51
4.3.2.	Análisis del olor	52
4.3.3.	Análisis del sabor	52
4.3.4.	Análisis de la textura	53
4.4.	Análisis microbiológico del mejor tratamiento aplicado al jamón	54
4.5.	Análisis bromatológico de los 3 mejores tratamientos	54
4.6.	Balance de costos de un jamón de 1 Kg a base de carne de cuy	55
4.7.	Rendimiento del proceso de elaboración de jamón.....	56
4.8.	Balance de materia de la elaboración de jamón, planta piloto.....	57
4.9.	Balance de energía del proceso de cocción de jamón de cuy.....	79
4.9.1.	Dimensionamiento de la tina de cocción para jamón.....	82
4.10.	Diseño del equipo (Tina de cocción)	86

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	88
5.2.	Recomendaciones.....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91
	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1.	Filiación zoológica del cuy	12
Cuadro N° 2.	Composición de la carne de cuy.....	15
Cuadro N° 3.	Comparación de la composición de la carne de cuy.....	16

Cuadro N° 4.	Criterios microbiológicos para registro	23
Cuadro N° 5.	Esquema del ADEVA	25
Cuadro N° 6.	Tratamientos para elaborar jamón a base de carne de cuy.....	33
Cuadro N° 7.	Esquema del análisis de varianza.....	34
Cuadro N° 8.	Análisis bromatológico de la carne de cuy.....	40
Cuadro N° 9.	Formulación para la obtención de 1 Kg de jamón de carne de cuy	41
Cuadro N° 10.	Formulación para la elaboración de la sal curante	41
Cuadro N° 11.	Tiempos y temperaturas aplicados en el proceso	43
Cuadro N° 12.	Promedios registrados en las variables.....	45
Cuadro N° 13.	Análisis bromatológico de los 3 mejores tratamientos.....	54
Cuadro N° 14.	Análisis microbiológico del mejor tratamiento (2h * 70 °C).....	54
Cuadro N° 15.	Balance de costos del jamón de carne de cuy	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.	Proceso de elaboración del jamón prensado	10
Gráfico N° 2.	Cuyes de tipo 1	13
Gráfico N° 3.	Cuyes de tipo 2	14
Gráfico N° 4.	Cuyes de tipo 3	14
Gráfico N° 5.	Cuyes de Tipo 4	15
Gráfico N° 6.	Esquema representativo de un proceso industrial.....	26
Gráfico N° 7.	Humedad presente en el jamón de cuy	46
Gráfico N° 8.	Proteína presente en el jamón de cuy.....	47
Gráfico N° 9.	Grasa presente en el jamón de cuy.....	48
Gráfico N° 10.	E.L.N.N. presentes en el jamón de cuy.....	50
Gráfico N° 11.	Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su color.....	51
Gráfico N° 12.	Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su olor	52
Gráfico N° 13.	Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su sabor	53
Gráfico N° 14.	Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su textura.....	53
Gráfico N° 15.	Tina de cocción a vapor	79
Gráfico N° 16.	Dimensionamiento de la tina de cocción.....	82
Gráfico N° 17.	Medidas de las prensas.....	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Análisis bromatológicos del jamón (cada repetición)	94
Anexo B.	Resultados bromatológicos del jamón de cuy (promedios)	96
Anexo C.	Análisis de varianza	99
Anexo D.	Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de jamón	102
Anexo E.	Balance de materia de la elaboración de jamón, laboratorio	107
Anexo F.	Balance de energía para la elaboración de jamón, laboratorio....	130
Anexo G.	Fotografías del proceso de elaboración de jamón.....	135
Anexo H.	Diseño 3D de la planta procesadora de jamón de cuy	136
Anexo I.	Diseño 2D de la planta procesadora de jamón de cuy.....	137
Anexo J.	Vista superior del equipo	137
Anexo K.	Vista frontal del equipo	138
Anexo L.	Vista lateral del equipo	139
Anexo M.	Propiedades útiles del agua.....	140
Anexo N.	Propiedades del vapor saturado	142
Anexo O.	Resultados del análisis microbiológico del jamón de cuy	143
Anexo P.	Hoja de encuesta aplicada en la catación del jamón	145
Anexo Q.	Etiqueta del producto.....	146

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se basa en la industrialización de la carne de cuy, tomando en consideración la elevada acogida que en la actualidad está teniendo este animal como fuente económica y alimenticia debido a su alto contenido proteico, el cuy está considerado como una de las carnes con mejor contenido nutricional y por tal razón se la puede reemplazar sin inconvenientes por el consumo de otras carnes como en el caso de las carnes de res y cerdo.

El proceso de determinación del mejor tratamiento se dio a través de la aplicación del diseño experimental Completamente al azar, teniendo como variables el tiempo de cocción (2, 2.5, 3 hr) y la temperatura de cocción (70, 75, 80 °C), obteniendo como mejor muestra el producto de la interacción 2 h por 70 °C, que contiene el 17.01 % de proteína, y 3.72 % de grasa, siendo el mismo sometido al proceso de catación correspondiente, considerado como muy agradable entre los consumidores en un 42.45 %. De la misma manera al jamón se lo sometió a un análisis microbiológico para determinar la presencia o ausencia de Escherichia Coli y Salmonella, obteniendo como resultado un producto que si cumple con el criterio microbiológico establecido en la norma referencial comparativa NTE INEN 1338: 2012. Carne y productos cárnicos.

La elaboración de jamón de cuy, tiene un rendimiento del 47.96 % y el costo por cada 250 gramos de producto es de \$ 4,49.

Se realizó el balance de energía de la tina de cocción, equipo necesario en el proceso de elaboración del jamón a nivel de planta piloto, determinando que son necesarios 42.71 Kg /h de vapor para transferir la cantidad de vapor necesaria durante el proceso de cocción; el porcentaje de eficiencia del proceso es del 91.14 %.

EXECUTIVE SUMMARY

The present research is based primarily in industrialization of guinea pig meat, taking into consideration the high reception at the present this animal is having mainly as economic and food source due to their high protein content, guinea pig has been considered the best better nutritional meat for that reason it can be replaced without any inconvenient instead the consumption of other meats, as in the case of beef and pork.

The process of determining the best treatment was given through the application of completely randomized experimental design, having as variables the cooking time (2, 2.5, 3 h) and cooking temperature (70, 75, 80 ° C) getting as best sample the product of the interaction 2h 70 °C, containing 17.01 % protein and 3.72 % in its fatty content, being subjected to the same process corresponding cupping, is considered to be quite tasty among consumers in an amount of 42.45 %. In the same way the ham was subjected to microbiological analysis to determine the presence or absence of Escherichia coli and Salmonella, resulting in a product with the microbiological criteria established in the standard comparative reference NTE INEN 1338: 2012. Meat and meat products.

The preparation of guinea pig ham has an output of 98.99 % and the cost per 250 grams of product is \$ 4.49.

Energy balance tub cooking equipment required was conducted in the process of preparing the ham at the pilot plant, determining the need 42.71 Kg / hr of steam to transfer the required amount of steam during the cooking process; the percentage of process efficiency is 91.14 %.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el país contando con un sin número de especies productoras de carne, en la actualidad el sector alimenticio se ha limitado al procesamiento de los derivados de especies bovinas, porcinas y aves, dejando excluidas la explotación de especies como la caprina, mamíferos como el avestruz, o el cuy, siendo este último una especie tradicionalmente conocida en nuestro país, por lo que el Programa de Innovación Tecnológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, promueve el proyecto “Producción y Comercialización de Carne de Cuy (MAGAP 2013), proyecto que tiene el propósito de fortalecer la producción de cuyes y promover nuevos mercados para aumentar la comercialización.

Cabe señalar que en el año 2011, como parte de las actividades culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración, los cuyes ecuatorianos llegaron a Austria para el evento denominado ‘Alimentación Móvil’. En la muestra presentaron los cuyes asados que fueron enviados por el Viceministerio de Comercio de la Cancillería para promover este producto. Después de esta experiencia, la Embajada del Ecuador en Austria continúa explorando la posibilidad de abrir las exportaciones de cuy a este país para ayudar a pequeños productores nacionales. (Diario La Hora, 2011).

La carne de cuy, según Novillo Maldonado, M. (2012). “Es de excelente calidad: nutre y no engorda. Contiene poca grasa, apenas el 7.7 %, pero mucha proteína de alto valor biológico: el 20.3 %. Posee también Omega 3, el 9.6 % de calorías, humedad 70.6 %, hierro, vitaminas A, B1, B2, B6, B12, C, D, E, K, ácido fólico, ácido pantoténico, y minerales: calcio, fósforo, magnesio, manganeso y potasio. Comer carne de cuy es como servirse pescado. Es tan rica en proteínas y tan baja en grasa que no tiene punto de comparación frente a las carnes tradicionales de ave, res, oveja o puerco. Esta carne es muy

útil para personas de toda edad, desde niños, adultos mayores, embarazadas, madres lactantes, niños en crecimiento, con anemia, adolescentes.”

1.2. Justificación de la investigación

1.2.1. Impacto teórico

El siguiente trabajo de investigación utiliza como guía a las cátedras de: Tecnología de cárnicos, Balance de materia y energía, Diseño experimental, entre otras. Debido al estudio de los parámetros como tiempo y temperatura de cocción que se emplearán sobre el jamón a base de carne de cuy. Por tal razón abarca más de una ciencia.

1.2.2. Impacto práctico

El consumo de carne es necesario dentro de la dieta humana. Por tanto este trabajo tiene como objetivo incrementar los beneficios nutricionales en la población consumidora de este producto, debido a que es una notable fuente de proteína, aportando al organismo de los aminoácidos esenciales, además de ser una especie animal con escaso contenido de grasa. Es decir, va dirigido para complementar la dieta alimenticia de la población humana.

1.2.3. Impacto metodológico

Esta investigación tendrá como metodología a seguir el diseño experimental, ya que constará de dos variables a evaluar que son tiempo y temperatura diferentes para definir cuál de las combinaciones es la que dará las características propias de este tipo de alimento. Por esta razón se empleará tal metodología.

1.2.4. Impacto social

La sociedad tendrá una nueva alternativa para nutrirse. Con la innovación de este producto se aportará con componentes indispensables en la dieta humana, es decir con un alto porcentaje proteico, que a su vez prevendrá manifestaciones negativas en la salud por falta de este complemento. Dando a la población una oportunidad de consumir un alimento que aporte positivamente a su dieta alimenticia.

1.2.5. Factibilidad

El presente proyecto de tesis se encuentra dentro de las líneas de investigación; de la misma forma se cuenta con información acerca del tema siendo posible realizarse. Cabe señalar que la misma será financiada en su totalidad por la autora.

1.2.6. Alcance

La presente investigación tiene propuesto promover en algún momento la comercialización de un nuevo embutido que en su composición nutricional tenga mucha relevancia el contenido alto de proteína (aminoácidos esenciales), y bajo contenido de grasa ya que la carne de cuy es una de las carnes más sanas y nutritivas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar los parámetros de cocción (tiempo y temperatura) en las características organolépticas, microbiológicas y nutricionales del jamón a base de carne de cuy.

1.3.2. Objetivos específicos

- ◆ Realizar el análisis químico de la carne de cuy, para la determinación de los porcentajes de humedad, proteína, y grasa, con los que aporta en este tema de investigación.
- ◆ Elaborar jamón estableciendo varios tiempos y temperaturas durante el proceso de cocción, para la obtención de un producto de calidad.
- ◆ Realizar un análisis nutricional, microbiológico y organoléptico del jamón, para la determinación de proteína y grasa, como también la presencia o ausencia de Salmonella, y Escherichia Coli y finalmente conocer su nivel de aceptación entre la población seleccionada para la prueba de catación de tipo sensorial.
- ◆ Hacer un análisis beneficio/costo del producto terminado.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis alternativa (Ha)

Los parámetros de cocción (tiempo y temperatura), están influyendo significativamente en las características organolépticas, microbiológicas y nutricionales del jamón a base de carne de cuy.

1.4.2. Hipótesis nula (Ho)

Los parámetros de cocción (tiempo y temperatura), no están influyendo significativamente en las características organolépticas, microbiológicas y nutricionales del jamón a base de carne de cuy.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Según la FAO. (1997). “Las pruebas existentes demuestran que el cuy fue domesticado hace 2500 a 3600 años. En los estudios estratigráficos hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú), se encontraron abundantes depósitos de excretas de cuy y en el primer periodo de la cultura Paracas, denominado Cavernas (250 a 300 a.C.), ya se alimentaba con carne de cuy. Para el tercer período de esta cultura (1400 d.C.), casi todas las casas tenían un cuyero (Tallo, citado por Moreno, 1989). Se han encontrado cerámicas, como en los huacos Mochicas y Vicus, que muestran la importancia que tenía este animal en la alimentación humana.

Se han extraído restos de cuyes en Ancón, ruinas de Huaycan, Cieneguilla y Mala. Allí se encontraron cráneos más alargados y estrechos que los actuales, siendo además abovedados y con la articulación naso-frontal irregular semejante al *Cavia aperea* (Huckinghaus, 1961).

El hallazgo de pellejos y huesos de cuyes enterrados con restos humanos en las tumbas de América del Sur son una muestra de la existencia y utilización de esta especie en épocas precolombinas. Se refiere que la carne de cuyes conjuntamente con la de venado fue utilizada por los ejércitos conquistadores en Colombia (Pulgar Vidal, 1952).”

Según Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). “La elaboración de embutidos desde el año 1500 a.C., éstas las fabricaban ya, picando la carne, añadiendo aditivos y especias y las embutían en una piel para hacerlas secar y que se realice su natural transformación. Este método de conservación incluían: salado, secado, fermentación y cambios bioquímicos.”

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Carne

Según Gil Hernández, A. (2010). “Desde el punto de vista bromatológico, la carne se define como el producto alimenticio resultante de la transformación experimentada por el tejido muscular del animal a través de una serie concatenada de procesos físico-químicos y bioquímicos, que se desarrollan como consecuencia del sacrificio del animal”.

Según Pascual Anderson, M., Calderón y Pascual V. (1999). “Es la parte muscular comestible de los animales de abasto, sacrificados y faenados en condiciones higiénicas.

Se incluyen en este concepto las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de este en los procesos de manipulación, preparación y transformación de la carne”.

2.2.1.1. Composición química de la carne

Según Hernández Rodríguez, M., Sastre Gallego A. (1999). “La carne está constituida mayoritariamente por agua (65-80 por 100), proteínas (16-22 por 100) aunque también posee pequeñas cantidades de otras sustancias como nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, creatina, etc.), carbohidratos, ácido láctico minerales, vitaminas, etc. La composición de la carne depende de la especie y, dentro de la misma especie, puede variar ampliamente dependiendo de diversos factores como edad, sexo, alimentación y zona anatómica estudiada”.

2.2.1.1.1. Agua

Según Rodríguez Rivera, V. (2008). “El agua es el componente más abundante de la carne, con una representación media del 73 %, y cuyo contenido esta inversamente relacionado con el contenido de grasa. El contenido de agua determina la jugosidad y la capacidad de retención de agua de la carne, parámetro que juega un papel importante en las propiedades tecnológicas de la misma”.

2.2.1.1.2. Lípidos

Según Rodríguez Rivera, V. (2008). “El porcentaje de grasa intramuscular de la carne es relativamente constante en las diferentes piezas magras de consumo procedentes de diversas especies animales. En cuanto a la composición de dicha grasa, el porcentaje de ácidos grasos saturados esta próximo al 38 %, siendo la de mayor contenido la carne de cordero y la de menos la carne de pollo. Respecto a los ácidos grasos poliinsaturados, contienen una proporción media próxima al 16 % destacando con proporciones más elevadas respecto al resto de especies las carnes de conejo y de pollo.

En la fracción grasa también se encuentra el colesterol con un contenido medio próximo a 65.6 mg/100 g de carne, aunque se encuentra en diferente concentración dependiendo de la especie animal.”

2.2.1.1.3. Proteínas

Según Rodríguez Rivera, V. (2008). “El contenido medio de proteína es próximo al 20 %, y la calidad de estas proteínas es muy alta debido a los tipos y las proporciones de los aminoácidos que las componen.

Así, en la carne están presentes todos los aminoácidos esenciales para el hombre y en las cantidades adecuadas.”

2.2.1.2. Importancia de la carne en la dieta

Según Carballo, B., López de Torre, G., Madrid, A. (2001). “Las recomendaciones nutricionales en la dieta humana normal son, según la Organización Mundial de la Salud:

- ◆ Glúcidos: 300-400 g/día
- ◆ Lípidos: 60-90 g/día
- ◆ Proteínas: 60-90 g/día

De este aporte proteico, el 30 % o más debe corresponder a proteínas animales y el aporte de lípidos; debe satisfacer una relación óptima de: lípidos animales/vegetales=1/1, con una ingesta de colesterol exógeno de 500-700 mg/día.

El valor de una proteína viene determinado por la presencia en la misma de aminoácidos esenciales, es decir, de aquellos aminoácidos que el hombre no es capaz de sintetizar, pero que le son imprescindibles, exigiéndose un aporte exógeno de los mismos. Los aminoácidos esenciales son ocho: lisina, leucina, isoleucina, treonina, triptófano, valina, metionina y fenilalanina. En la infancia también hay que incluir histidina y arginina. El resto de los aminoácidos también son importantes, pero si no se incluyen en la dieta pueden ser sintetizados por diversos caminos metabólicos, fundamentalmente mediante transaminación.

El segundo componente de la carne que tiene importancia nutritiva es la grasa. La composición química y la cantidad de la grasa presente en la carne se ven en parte afectada por la comida ingerida por el animal, por la temperatura del medio ambiente y por la especie animal, entre otros factores. Así pues, la grasa depositada en la cavidad abdominal del animal, donde la temperatura es más alta, es menos insaturada y funde a temperaturas

más altas que, por ejemplo, la grasa superficial del dorso de los animales, donde las temperaturas es algo más baja. La alimentación también produce diferencias.

Así, si se incluye mucho aceite de hígado de bacalao en la ración de un cerdo su grasa adquirirá su olor, debido a la deposición del aceite original.

En cualquier caso, a pesar de estas diferencias de composición química de las grasas, hay poca o ninguna en el valor nutritivo de las diferentes grasas de la carne.”

2.2.2. Rigor mortis

Según A. A. P. P. A. (2003). “Las características principales que presenta este estado son las siguientes:

- a) Descenso de pH de 7.3 - 7.5 a 5.4.
- b) Disminución de la capacidad fijadora de agua.
- c) Disminución de la resistencia eléctrica y aumento de la aptitud para el curado.
- d) Alteración del color de la carne.
- e) Alteraciones histológicas e histoquímicas.
- f) Disminución de ATP.
- g) Inextensibilidad de los músculos
- h) Aumento de formación del complejo actina - miosina.

2.2.3. Embutidos

Según Guerrero, I., Arteaga, M. (1900). “Los embutidos son una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Aunque el consumo de embutidos ya era común miles de años antes de Cristo, el termino salchicha es relativamente moderno; se deriva del latín *salsus*, que significa salado.

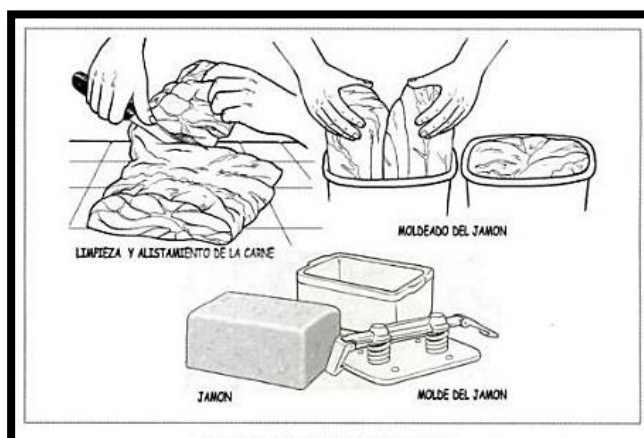
Virtualmente todos los pueblos europeos han producido y consumido salchichas de algún tipo. De igual manera se sabe que los antiguos indios del Norte de América producían un tipo de salchichas seca elaborada con carne seca, picada y mezclada con fresas silvestres, la cual guardaban para el invierno.”

Según A. A. P. P. A. (2003). “Son un grupo importante entre los productos cárnicos. Mediante los procedimientos de elaboración de embutidos las materias primas adquieren mejor sabor, se ofrecen al consumidor en muy diversas formas y pueden destinarse a la alimentación humana tanto a corto como a largo plazo. En la clasificación general de embutidos, se encuentran los escaldados; entre estos la salchicha que, independientemente de su tipo, en su elaboración pueden entrar carnes de muy diverso origen, lo que determina su calidad y precio.”

2.2.3.1. Jamón

Según Tovar Rojas, A. (2003). “Producto cárnico cocido, no embutido elaborado con carne de animales de abasto, con la adición de sustancias de uso permitido.”

Gráfico N° 1
Proceso de elaboración del jamón prensado



Fuente: Tovar Rojas, A. / 2003

2.2.4. Cuy

Según Chauca de Zaldívar, L. (1997). “El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos.

En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes.

En el Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar. La distribución de la población de cuyes en el Perú y el Ecuador es amplia; se encuentra en la casi totalidad del territorio, mientras que en Colombia y Bolivia su distribución es regional y con poblaciones menores.

Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta las alturas de 4500 metros sobre el nivel del mar y en zonas tanto frías como cálidas.

Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos.”

2.2.4.1. Filiación zoológica

Según Biblioteca La Chacra, (1986).

Cuadro N° 1
Filiación zoológica del cuy

Reino	Animal
Sub-reino	Metazoos
Tipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Sub-clase	Placentarios
Orden	roedores
Suborden	Histricomorfos
Familia	Cavidos
Género	Cavia
Especie	Cavia Cutleri

Fuente: Von L. HERING/1967

También se conoce la especie *Cavia Porcellus*, L. que corresponde a la mencionada por Garcilaso de la Vega, como cuy doméstico, difundido por América del Sur en la época precolombina.”

2.2.4.2. Tipos de cuyes

Según el INIAP - Producción de cuyes (*Cavia Porcellus*). “Para el estudio de los tipos y variedades se les ha agrupado a los cuyes de acuerdo a su conformación, forma y longitud del pelo y tonalidades de pelaje.

2.2.4.2.1. Clasificación por conformación

Tipo A: Corresponden a cuyes mejorados que tienen una conformación enmarcada dentro de un paralelepípedo, clásico en las razas productoras de carne. La tendencia es producir animales que tengan una buena longitud, profundidad y ancho. Esto expresa el mayor

grado de desarrollo muscular, fijado en una buena base ósea. Son de temperamento tranquilo, responden eficientemente a un buen manejo y tienen buena conversión alimenticia.

Tipo B: Caracteriza a los cuyes de forma angulosa, su cuerpo tiene poca profundidad y con desarrollo muscular escaso. La cabeza es triangular y alargada. Tienen mayor variabilidad en el tamaño de la oreja. Es muy nervioso, lo que hace dificultoso su manejo.

2.2.4.2.2. Clasificación por pelaje

Tipo 1: Es de pelo corto, lacio y pegado al cuerpo, es el más difundido y caracteriza al cuy peruano productor de carne. Puede o no tener remolino en la frente. Se encuentran de colores simples claros, oscuros o combinados. Es el que tiene el mejor comportamiento como productor de carne.

Gráfico N° 2
Cuyes de tipo 1



Fuente: INIAP

Tipo 2: Es de pelo corto, lacio pero forma rosetas o remolinos a lo largo del cuerpo, es menos precoz. Está presente en poblaciones de cuyes criollos, existen de diversos colores.

No es una población dominante, por lo general en cruzamiento con otros tipos se pierde fácilmente. Tiene buen comportamiento como productor de carne.

Gráfico N° 3
Cuyes de tipo 2



Fuente: INIAP

Tipo 3: Su pelo es largo y lacio, presentan dos subtipos que corresponde al tipo 1 y 2 con pelo largo, así tenemos los cuyes del subtipo 3-1 presentan el pelo largo, lacio y pegado al cuerpo pudiendo presentar un remolino en la frente. El subtipo 3-2 comprende a aquellos animales que presentan el pelo largo, lacio y en rosetas. Está poco difundido pero bastante solicitado por la belleza que muestra. No es buen productor de carne, si bien utilizado como mascota.

Gráfico N° 4
Cuyes de tipo 3



Fuente: INIAP

Tipo 4: Su principal característica es la de presentar el pelo ensortijado sobre todo al nacimiento, ya que esta característica se va perdiendo a medida que el animal desarrolla, tornándose en erizado, este cambio es más prematuro cuando la humedad relativa es alta. Su forma de cabeza y cuerpo es redondeado, de tamaño medio. Tiene una buena implantación muscular y con grasa de infiltración, el sabor de su carne destaca

a este tipo. La variabilidad de sus parámetros productivos y reproductivos le da un potencial como productor de carne.”

Gráfico N° 5
Cuyes de Tipo 4



Fuente: INIAP

2.2.5. Carne de cuy

2.2.5.1. Composición química de la carne de cuy

Según Biblioteca La Chacra. (1986). “Los componentes medios de la carne de cuy, en nuestro medio y su comparación con cifras de otras carnes, para comprobar su singular aporte a la nutrición humana.

Cuadro N° 2
Composición de la carne de cuy

Componentes	Contenido
Agua (humedad)	70.6 %
Proteínas	20.3 %
Grasas	7.8 %
Carbohidratos	0.5 %
Minerales	0.8 %

Fuente: Biblioteca La Chacra/1986

Esta composición media de la carne de cuy proporciona un valor calorígeno bajo, de 1.7 calorías por gramo. Podría suponerse por esto que no es alimento muy nutritivo, sin embargo, hay que tener en cuenta que su principal función es aportar con aminoácidos esenciales, indispensables al organismo y que el valor biológico de las proteínas de la carne es muy grande. Se considera que sobrepasa en 30 a 50 % a las proteínas vegetales.

Aún más, si comparamos la composición química de la carne de cuy con la de otras carnes, que habitualmente se consumen, podemos notar la diferencia a favor del cuy.

Cuadro N° 3

Comparación de la composición de la carne de cuy, en relación con otras carnes

Animales	% Humedad	% Proteínas	% Grasas	% Carbohid.	% Miner.
CUY	70.6	20.3	7.8	0.5	0.8
Aves	70.2	18.3	9.3	1.2	1.0
Cerdo	46.8	14.5	37.3	0.7	0.7
Ovino	50.6	16.4	31.1	0.9	1.0
Vacuno	58.9	17.5	21.8	0.8	1.0

Fuente: Biblioteca La Chacra/ 1986

Las cifras correspondientes a la composición química de la carne de cuy se deben a análisis realizados en el Departamento de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria (UNA) y el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria-La Molina.”

2.2.6. Rendimiento promedio de la carcasa

Según Biblioteca La Chacra. (1986). “El rendimiento promedio de la carcasa en cuyes enteros es de 65 %, aumentándose este porcentaje a 67 % en animales castrados o implantados con dietilestilbestrol (hormona estrogénica sintética). El 35 % de diferencia involucra a las vísceras 26.5 %, pelos 5.5 %, y sangre 3 %.

La carcasa está constituida por músculos, huesos, grasas de riñón e hígado, riñón, cabeza, y patitas.”

2.2.7. Especias, condimentos y aditivos

2.2.7.1. Especias

Según Pascual Anderson, M., Calderón y Pascual, V. (1999). “Por sus características especiales, se señalan a continuación algunas generalidades de las especias:

La Comisión Legisladora de Alimentos alemana dice de las especias que son «partes de ciertas plantas (raíces, rizomas, bulbos, cortezas, hojas, tallos, flores, frutos y semillas) en estado natural, desecadas o elaboradas mecánicamente que, por su sabor y aroma característicos, sazonan y dan sabor a los alimentos para consumo humano». Para la Comisión de Especialistas en Agricultura de Alemania son «productos de origen vegetal, tanto en forma entera como tras su reducción a polvo, que se añaden a los alimentos para comunicarles su sabor y aroma característicos».”

2.2.7.2. Condimentos y aditivos

2.2.7.2.1. Condimentos

Según Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). “Los *condimentos* son de uso muy frecuente en la fabricación de embutidos. Mejoran y depuran el aroma de los mismos, pero deben ser utilizados con precaución, ya que pueden afectar al embutido crudo o alterar el color, textura, consistencia, olor y sabor.”

2.2.7.2.2. Aditivos

Según Barros Santos, C. (2008). “Se entiende por aditivo alimentario toda sustancia o mezcla de sustancias que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo o, si lo tiene, su uso no depende de ese valor, se agrega, intencionadamente a los alimentos, bebidas, productos alimenticios o alimentarios, en cantidad mínima regulada por normas o reglamentariamente, con el objeto de modificar sus características organolépticas, facilitar o mejorar su proceso de elaboración, conservación y/o uso.”

2.2.7.2.2.1. Fosfatos

Según Amerling, C. (2001). “En la industria cárnica se utilizan las sales de algunos ácidos fosfóricos por múltiples razones.

Los polifosfatos al provocar la disociación del complejo actomiosina, solubilizan las proteínas, que van a ayudar a formar la emulsión al ligarse el agua y la grasa.

Otro punto importante de su uso es que ayudan a disminuir la pérdida de proteína durante la cocción, al prevenir la pérdida de proteína soluble por exudación. Esto es importante en las tortas para hamburguesa, barras y embutidos frescos y fermentados (Roche International 1980, p.3.).

El sabor de los productos cárnicos se beneficia con el uso de fosfatos por dos razones:

- ◆ Se retienen las características de las proteínas.
- ◆ Se previene malos sabores por ser los fosfatos sinergistas de los antioxidantes, y se previene la oxidación de las grasas.

El color también se estabiliza en presencia de fosfatos, ya que estos mantienen el pH del producto cerca de 6.5 (Roche International 1980, p.3.), además de que se previene el crecimiento de los microorganismos.

Los fosfatos permiten que los jamones cocidos aumenten del 5 al 10 %, en peso, al mantener la superficie de corte seca y lograr que las rebanadas sean lisas y regulares. En general se permite su uso en una proporción del 0.4 % en peso del producto en proceso (Manuales para la educación agropecuaria. 1986, p. 22).”

2.2.7.2.2.2. Antioxidantes

Según Amerling, C. (2001). “Son compuestos que tiene la propiedad de impedir o retardar el enranciamiento de las grasas, ya que actúan eliminando el oxígeno, captando los radicales o formando complejos (Roche International 1980, p.2.). En general, son compuestos polifenólicos, más o menos liposolubles, que no deben ser tóxicos ni comunicar sabores extraños al alimento (Yúfera, E.P., 1977, p.209).

En embutidos de res y pollo se utiliza el butilhidroxitolueno (BHT), butilhidroxianisol (BHA) y TBHQ (terbutilhidroxiquinol) como antioxidantes. Junto a estos se adiciona el ácido ascórbico y eritorbato de sodio, que además de servir como agentes sinergistas, son antioxidantes y fijan el color (Arce, P. 1996).”

2.2.7.2.2.3. Nitritos y nitratos

Según Amerling, C. (2001). “Los nitratos y nitritos son utilizados ampliamente en la industria procesadora de carne, por su efecto como agentes del curado, además de que cumplen las siguientes funciones:

- ◆ Desarrollo y fijación del color.

- ◆ Poseen un efecto inhibitor sobre el *Clostridium botulinum*, microorganismo productor de una toxina de alta peligrosidad.
- ◆ Contribuyen al desarrollo del aroma y sabor característico de los productos curados (Roche International 1980, p.3.).

Tanto el nitrato como el nitrito son descompuestos hasta convertirse en óxido nitroso, que reacciona con el pigmento hemoglobina formando nitroso-mioglobina, dando el color característico de los productos curados (Yúfera, E.P., 1979, p.581).”

2.2.7.2.2.4. Almidones

Según Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). “Son unos carbohidratos complejos de origen vegetal. Actúan como coadyuvantes del ligado de las pastas, debido a la facilidad que poseen estas sustancias para formar geles en contacto con el agua caliente. El almidón de maíz presenta una mayor dificultad para que gelatinice debido a que los granos son muy grandes.

Aunque disminuye la calidad de los embutidos cocidos o escaldados, influye positivamente en el coste final del producto, dando un buen resultado final para embutidos de calidad media. La adición de almidón también ayuda a que la carne retenga mayor proporción de agua, que se encuentra englobada entre las porciones gelatinizadas y en aquellos jugos liberados durante el tratamiento térmico. Esta retención de agua hace que disminuya la pérdida de peso. Los almidones que más se utilizan son generalmente de trigo, maíz, patata, arroz y mandioca.

Los almidones son necesarios principalmente para espesar la salsa, mejorar la retención de agua y dar ligazón a los embutidos cocidos o escaldados. Se utilizan corrientemente en dosis de hasta un 4 %.”

2.2.7.2.2.5. Ligantes (Proteína de soya)

Según Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). “Ligantes de la carne suelen ser aditivos proteicos, definidos como proteínas no cárnicas. Hay una gran variedad de Ligantes cárnicos empleados en embutidos de tipo emulsión. Entre las propiedades más destacables que proporcionan a los embutidos destacan:

- ◆ Mejoran la consistencia.
- ◆ Favorecen la capacidad emulsionante y la ligazón, lo que contribuye a una mayor homogeneización de la masa, a la que también contribuyen la proteína de la carne, la grasa, las sales de fósforo y otras sales contenidas en ella.
- ◆ Mejoran los rendimientos.
- ◆ Disminuyen el coste de la formulación.

Hay una serie de factores que pueden modificar las propiedades Ligantes del embutido como son: el grado de dispersión de las grasas incorporadas, la temperatura y el valor del pH inicial, intermedio y el final del producto.

Se clasifican en dos grupos principales, según procedan del reino animal o vegetal. Entre los primeros se encuentran la clara de huevo, el suero o plasma de sangre, la sangre completa, las albuminas de la leche, entera o descremada, etc. Entre los segundos: el agar-agar, la gelosa, los alginatos, los carragenanos, los carragenatos, las gomas de algarroba, los almidones de patata, maíz, etc.”

2.2.7.2.2.6. Sal

Según Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). “Su función fundamental es dar sabor, ya que la carne y el tocino por sí mismos, son insípidos. También reduce la tasa hídrica de la masa embutida, lo que perjudica a distintos patógenos nocivos (como los de la

putrefacción) y afecta a la actividad enzimática. Su pureza y granulado puede afectar a la calidad final del producto cárnico (jamones y lomos).

La entrada de sal en la carne exige su previa disolución. Cuando ésta se pone en contacto en la carne, provoca la salida de jugo desde la musculatura, favoreciendo su disolución. Posteriormente la sal vuelve a entrar en el músculo por un mecanismo de fusión que tiende a igualar las concentraciones; el tamaño de los granos influye sobre la velocidad de formación de la solución salina en la superficie. Si son muy finos la solución será muy concentrada y se produce rápidamente, lo que desnaturaliza las proteínas de la superficie de la carne y forma una corteza que impide la posterior entrada de sal. Si el grano es demasiado grueso la concentración no será suficientemente elevada.”

2.2.7.2.2.7. Azúcar

Según Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). “Sirve para conseguir una mejor apreciación sensorial, rebajando al mismo tiempo la sensación de salinidad. Además, son empleados por los microorganismos responsables de la fermentación como una fuente de energía. Los más usados son: sacarosa (azúcar de caña), lactosa (de leche), glucosa (de uva) y dextrosa.”

2.2.8. Criterios microbiológicos para el registro sanitario de alimentos

Según el Reglamento técnico centroamericano. RTCA 67.04.50:08. “En los países de la región centroamericana, en que el procedimiento de registro sanitario de alimentos, requiera que se realicen análisis previos del producto, deberá cumplirse con las siguientes disposiciones.

Cuadro N° 4
Criterios microbiológicos para registro

Subgrupo del alimento: Productos cárnicos cocidos y curados (embutidos)			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
Coliformes fecales	5	A	<3NMP/g
Salmonella spp/25g	10		Ausencia
Listeria monocytogenes/25g	10		Ausencia
Staphylococcus Aureus	8		10 ² UFC/g
Clostridium perfringens	6		10 ² UFC/g

Fuente: Reglamento técnico centroamericano. RTCA 67.04.50:08

Leyenda

Categoría 10: Peligro para la salud moderado, directo de difusión potencialmente extensa y cuyo grado de peligrosidad es reducido con la manipulación y el consumo.

Riesgo tipo A: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.

NMP= Número más probable.

UFC=Unidades formadoras de colonias.”

Según Pascual, M., Calderón, V. y Pascual. (1999). “El examen microbiológico de alimentos está basado, esencialmente, en tres aspectos:

- ◆ Muestreo.
- ◆ Elección de técnica analítica.

- ◆ Interpretación de los resultados analíticos.”

2.2.9. Mecanismos de transferencia de calor

2.2.9.1. Transferencia de calor por conducción

Según Wilson, J. Buffa, A. (2003). “El proceso de conducción se visualiza como el resultado de interacciones moleculares. Las moléculas de una parte de un cuerpo que está a una temperatura más alta vibran con mayor rapidez. Esas moléculas chocan con las moléculas menos energéticas situadas hacia la parte más fría del cuerpo y les transfieren una parte de su energía. Así, se transfiere energía por conducción de una región a temperatura más alta hacia una región a temperatura más baja: transferencia como resultado de una diferencia de temperatura.”

2.2.9.1.1. Ley de Fourier

Según Batty, C. Folkman, S. (1983). “La ley de Fourier de conducción de calor establece que la velocidad a la cual la energía fluye a través de una sustancia es directamente proporcional al gradiente de temperatura en ese punto de la sustancia y del área normal al flujo de energía,

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

en donde:

Q = velocidad de calentamiento, tiene unidades características de W o Btu/h.

k = la conductividad térmica de la sustancia, tiene unidades características de Btu/h·pies·°F o W/m·°C.

A= área de la sección transversal normal al flujo de calor, tiene unidades características de pie^2 o m^2 .

dT= cambio en la temperatura dentro de la sustancia, que se realiza en la distancia dx. Las unidades características para dT/dx son $^{\circ}\text{F}/\text{pie}$ o $^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

2.2.10. Diseño experimental

Según Osorio, O. (1987). “Para el estadístico, el experimento es un conjunto de reglas usadas para inferir hacia la población bajo estudio. En este contexto entendemos por diseño experimental la forma o procedimiento por el cual se asignan los tratamientos a las unidades experimentales.”

2.2.10.1. Diseño completamente al azar

Según Aa.vv. (2008). “Cuando las parcelas experimentales son homogéneas o no se es capaz de anticipar respuestas diferenciales de cada una de ellas, la mejor opción desde el punto de vista del diseño de experimentos es asignar los tratamientos, de manera completamente al azar.”

Cuadro N° 5
Esquema del ADEVA

F de V	Grados de libertad	S.C.
Total	n-1	$\Sigma c/x^2 - \text{F.C.}$
Tratamientos	t-1	$\frac{(\Sigma xi)^2}{o} - \text{F.C.}$
Error experimental	diferencia	diferencia

Fuente: Aavv. / 2008

$$\text{CV}\% = (\sqrt{\text{CMEE}} / x) * 100$$

Leyenda

F.C. = factor de corrección

$$F.C. = \frac{(\Sigma \text{ total})^2}{n}$$

xi= tratamientos

o= observaciones

CV%= coeficiente de variación

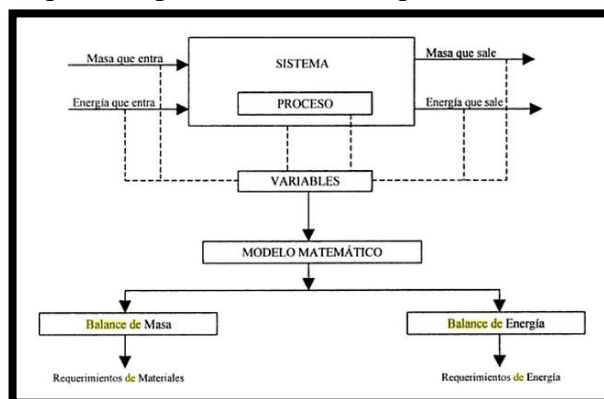
CMEE= cuadrado medio de error experimental

x= promedio

2.2.11. Balance de materia y energía

Según Patiño, A. (2000). “Es el primer paso para el diseño de plantas industriales. Es también una herramienta para el control y el diagnóstico de la operación de los procesos productivos. Curricularmente es un antecedente básico para las materias de fenómenos de transporte, flujo de fluidos, transferencia de calor, transferencia de masa e ingeniería de reactores.”

Gráfico N° 6
Esquema representativo de un proceso industrial



Fuente: Patiño, A. /2000

2.2.11.1. Balance de materia

Según Ragatz, R. (1982). “Un balance de materia de un proceso industrial es una contabilidad exacta de todos los materiales que entran, salen, se acumulan o se agotan en el curso de un intervalo de tiempo de operación dado.”

Según Batty, C. Folkman, S. (1983). “La materia se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\Sigma M_i = \Sigma M_e + \frac{\Delta M_{vc}}{\Delta t}$$

en donde:

ΣM_i = suma de todas las velocidades de flujo de masa que entran

ΣM_e = suma de todas las velocidades de flujo de masa que salen

Δt = intervalo de tiempo durante el cual la masa dentro del volumen de control cambia en ΔM_{vc}

ΔM_{vc} = diferencia de masa a volumen constante.”

2.2.11.2. Balance de energía

Según Batty, C. Folkman, S. (1983). “La primera ley de la termodinámica sugiere que la energía es una propiedad de la materia y en los sistemas normales, en los cuales los efectos relativistas no son importantes, la energía se conserva. La energía no aparece ni desaparece súbita e inesperadamente. No se crea ni se destruye. Así, durante un periodo.

La energía se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\delta M_i (e_i + P_i V_i) + \Delta q + \delta W = \delta M_e (e_e + P_e V_e) + dE_{\text{sist.}}$$

en donde:

δM_i = masa que entra

e_i = energía específica total del fluido que entra

$P_i V_i$ = energía de flujo del líquido que entra

δQ = calor neto transferido al sistema durante el proceso

δW = trabajo neto transferido al sistema durante el proceso

δM_e = masa que sale

e_e = energía específica total del fluido que sale

$P_e V_e$ = energía de flujo del fluido que sale

$dE_{\text{sist.}}$ = cambio en energía almacenada en el sistema.”

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

El proyecto de investigación se realizó en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en Santo Domingo, ciudad en donde se encuentra ubicada la Universidad Tecnológica Equinoccial– Sede Santo Domingo. Cuenta con una temperatura ambiental promedio de 25 °C.

3.2. Tipo y nivel de investigación

La investigación es experimental, no observacional y relacional.

- ◆ Experimental: porque se trata de un producto no existente, que requiere de experimentación para su obtención.
- ◆ No observacional: porque durante la investigación se necesita que se estimulen manualmente los cambios necesarios.
- ◆ Relacional: porque las variables no se relacionan inversamente.

3.3. Métodos de investigación

- ◆ Método inductivo: la presente investigación estudiará sus diversos fenómenos, con el objetivo de que con la aplicación de diferentes procesos y técnicas, conseguir un producto innovador de consumo humano.

- ◆ Método deductivo: al finalizar la presente investigación y teniendo ya al alcance la información necesaria se podrá llegar a las conclusiones definitivas sobre el proceso.

- ◆ Método estadístico: en la presente investigación se hará uso del diseño experimental con la visión de realizar las respectivas combinaciones, debido a que se tendrá que variar tiempos y temperaturas durante el proceso.

3.4. Fuentes y técnicas de investigación

3.4.1. Fuentes primarias

- ◆ Investigación directamente dirigida a especialistas relacionados con el tema de la presente investigación.

3.4.2. Fuentes secundarias

- ◆ Libros
- ◆ Tesis
- ◆ Revistas
- ◆ Periódicos

3.4.3. Técnicas

- ◆ Encuestas de catación
- ◆ Revisión de literatura
- ◆ Internet

3.5. Materiales, equipos e ingredientes utilizados en la elaboración de jamón a base de carne de cuy

3.5.1. Materiales

- ◆ Tabla de picar
- ◆ Cuchillo
- ◆ Bandejas plásticas
- ◆ Litrero
- ◆ Olla
- ◆ Paleta
- ◆ Termómetro
- ◆ Fundas para empacado al vacío
- ◆ Gotero
- ◆ Tamalera
- ◆ Prensas
- ◆ Mesa de acero inoxidable

3.5.2. Equipos

- ◆ Balanza digital
- ◆ Cocina industrial
- ◆ Balanza analítica
- ◆ Cuarto frío

3.5.3. Ingredientes

- ◆ Carne de cuy
- ◆ Sal curante (sal, azúcar y nitritos)
- ◆ Almidón de papa

- ◆ Condimento de jamón
- ◆ Polifosfato
- ◆ Proteína de soya
- ◆ Carragenina
- ◆ Ácido ascórbico
- ◆ Azúcar
- ◆ Nuez moscada
- ◆ Agua
- ◆ Colorante (rojo 40)

3.6. Diseño experimental

3.6.1. Variables

3.6.1.1. Variables independientes

- ◆ Tiempo de cocción
 - ◆ A1 (2 horas)
 - ◆ A2 (2.5 horas)
 - ◆ A3 (3 horas)

- ◆ Temperatura de cocción
 - ◆ B1 (70 °C)
 - ◆ B2 (75 °C)
 - ◆ B3 (80 °C)

3.6.1.2. Variables dependientes

- ◆ Características organolépticas
 - ◆ Color

- ◆ Olor
- ◆ Sabor
- ◆ Textura

- ◆ Características nutricionales
 - ◆ % Proteína
 - ◆ % Grasa

- ◆ Características microbiológicas (al mejor tratamiento)
 - ◆ Salmonella
 - ◆ Escherichia Coli

3.6.2. Tratamientos

Se utilizó 3 niveles de tiempos y 3 niveles de temperaturas en un arreglo factorial

Cuadro N° 6
Tratamientos para elaborar jamón a base de carne de cuy

Tratamientos	Combinaciones
1) A1B1	2 hrs * 70°C
2) A1B2	2 hrs * 75°C
3) A1B3	2 hrs * 80°C
4) A2B1	2.5 hrs * 70°C
5) A2B2	2.5 hrs * 75°C
6) A2B3	2.5 hrs * 80°C
7) A3B1	3 hrs * 70°C
8) A3B2	3 hrs * 75°C
9) A3B3	3 hrs * 80°C

Elaborado por: Matute Liz

3.6.3. Unidad experimental

En este proyecto de investigación se utilizaron cuyes de tipo 1; la carne de cuy que entraba al proceso con un contenido de agua del 76.48 % y 23.52 % de sólidos totales.

3.6.4. Método estadístico

Para la determinación del mejor tratamiento en la elaboración de jamón a base de carne de cuy, se aplicó el Diseño completamente al azar (DCA), con arreglos factoriales A*B con 3 repeticiones, se aplicó también la prueba de Tukey y se utilizó el programa Infostat.

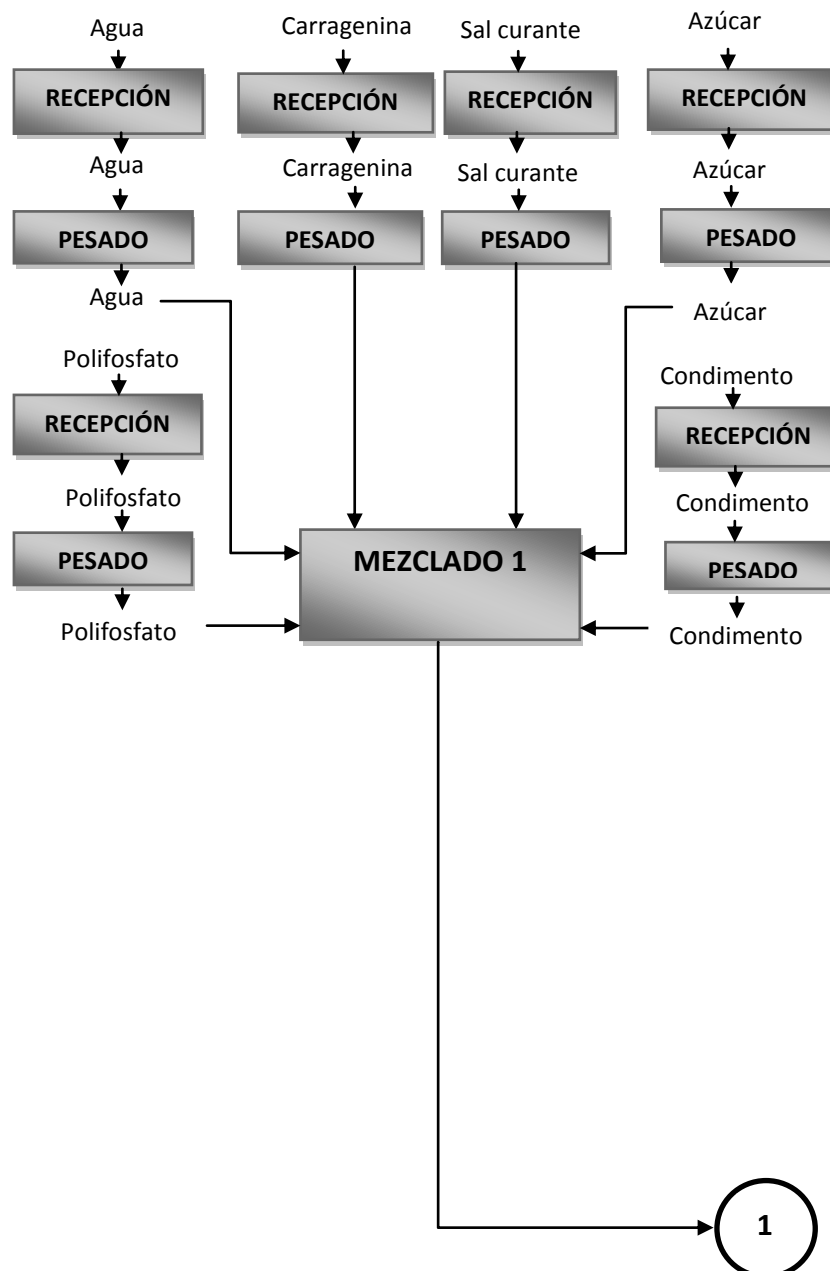
Cuadro N° 7
Esquema del análisis de varianza

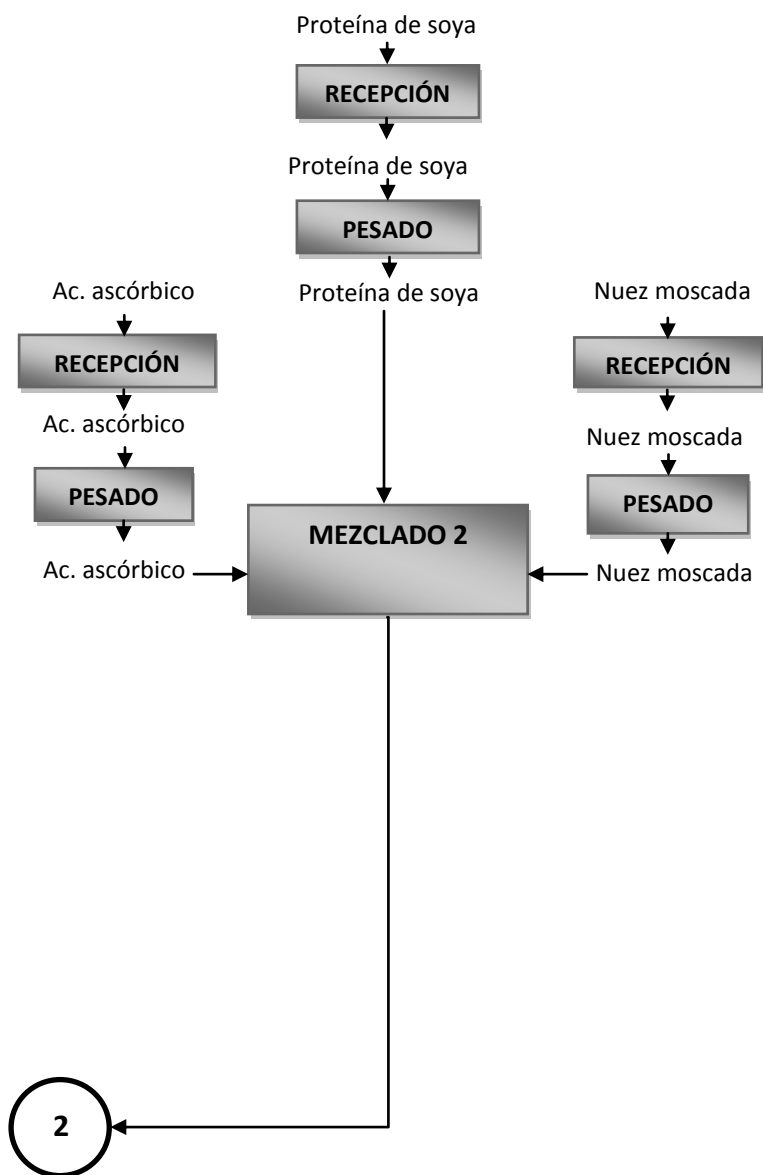
Fuente de variación (F de V).	Grados de libertad (g.l).
Total	26
A	2
B	2
A x B	4
Error experimental	18

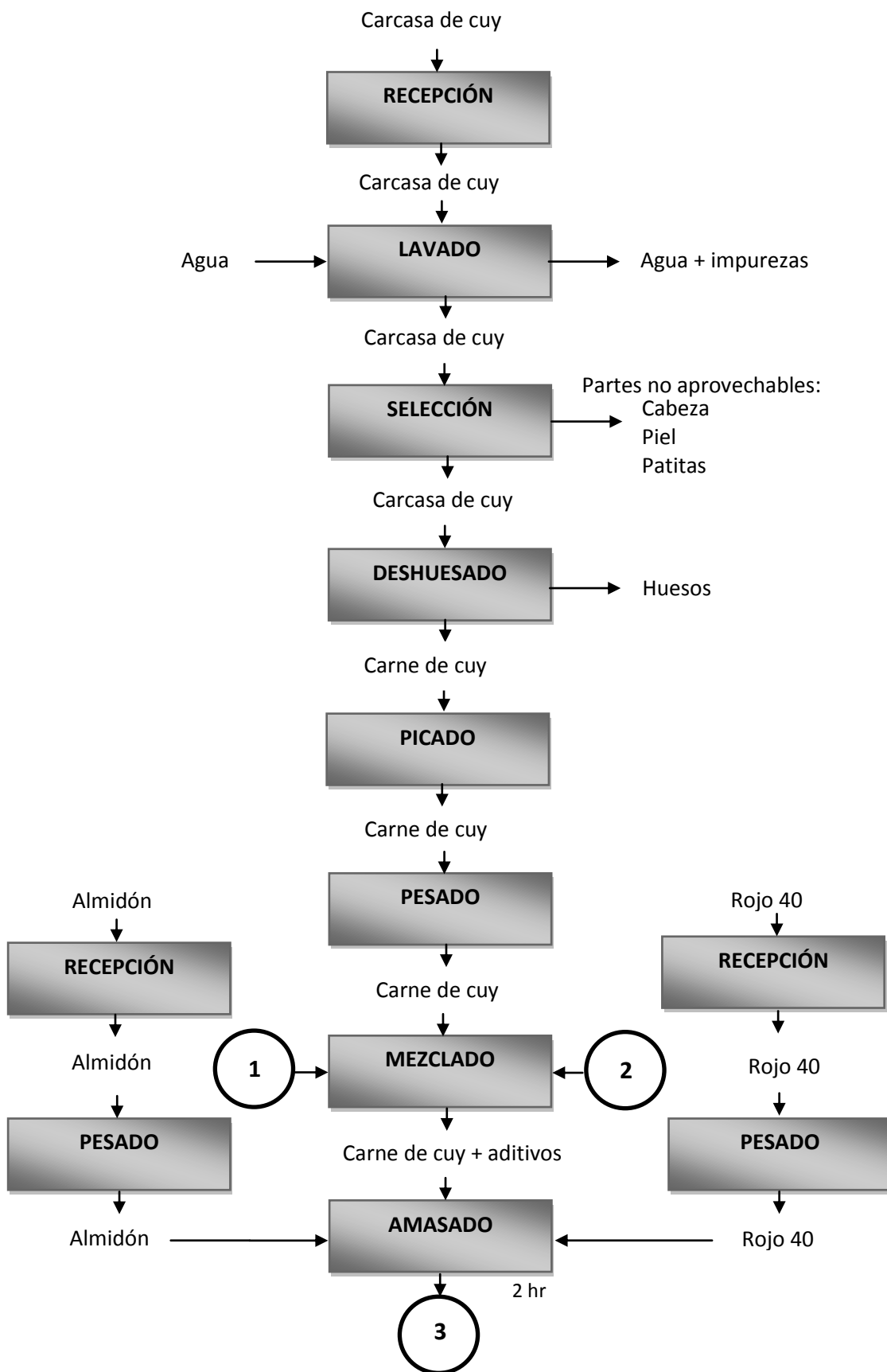
Elaborado por: Matute Liz

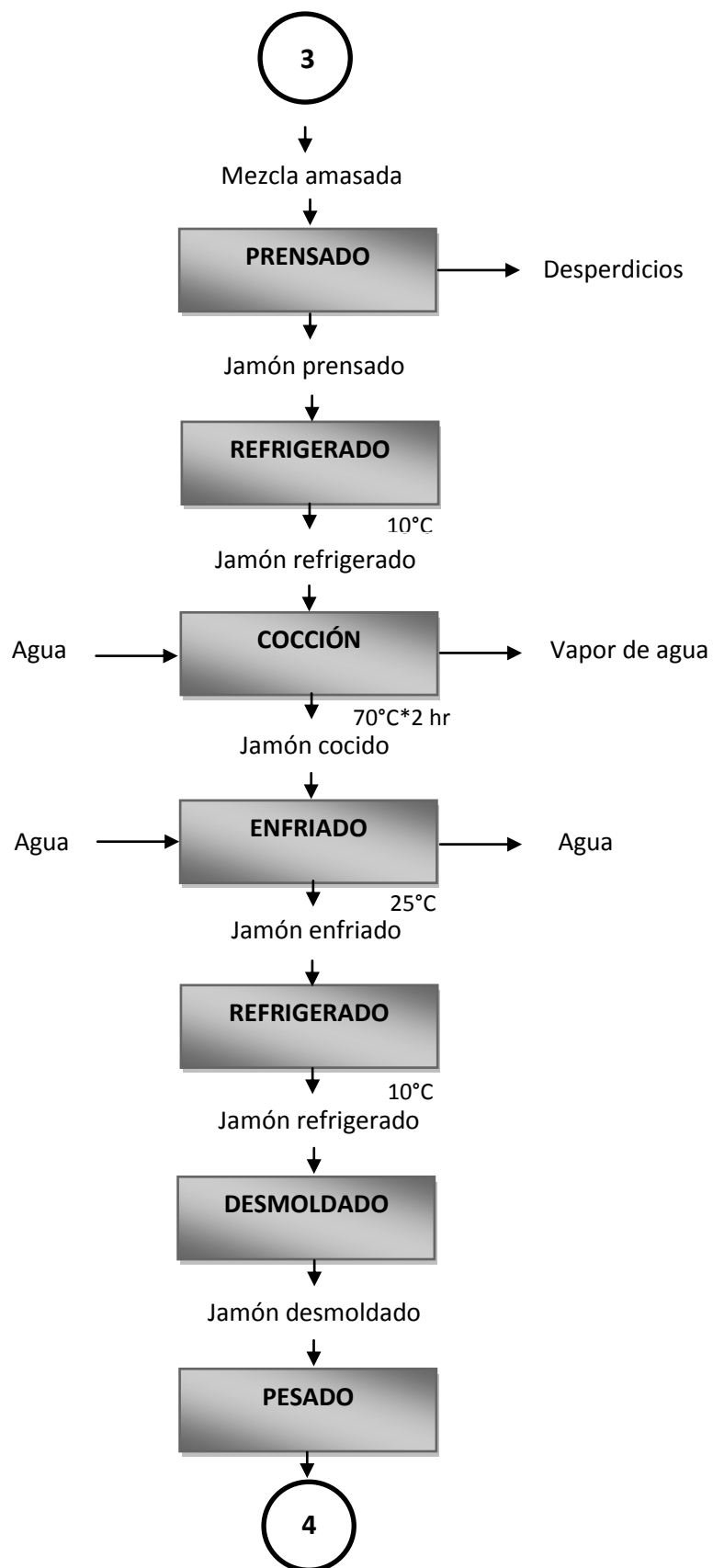
3.7. Manejo del experimento

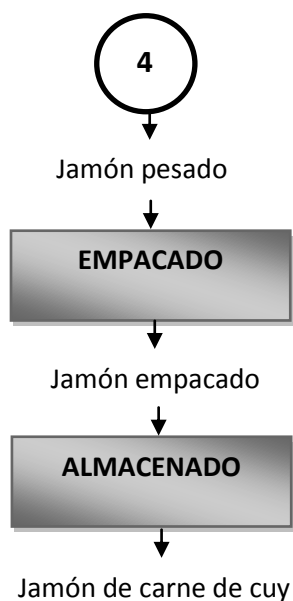
3.7.1. Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de jamón a base de carne de cuy











3.7.2. Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de jamón a base de carne de cuy, a nivel de laboratorio

3.7.2.1. Recepción

La elaboración del jamón se inicia en la obtención de las carcasas de cuy, provenientes de animales sanos y sacrificados bajo un estricto control sanitario y cuyos pesos no deben ser menores a 1.7 libras, verificando que al proceso ingresen carcasas objetivamente aceptables.

3.7.2.2. Lavado

Se lavan las carcasas con el fin de que estas ingresen al proceso libres de cualquier impureza, como pueden ser los excesos de sangre y otros cuerpos extraños que puedan alterar su composición final, esto garantiza que el producto a obtener mantenga sus características organolépticas durante el tiempo estimado de vida útil y no influya negativamente en la salud del consumidor.

3.7.2.3. Selección

Durante este proceso se eliminarán las cabezas, patas y piel, partes que no son aprovechables durante el proceso de la elaboración del jamón, es decir se selecciona únicamente el tronco y extremidades que contengan la carne para el proceso.

3.7.2.4. Deshuesado

Se extraen los huesos, para que finalmente obtener la carne pura que es la que será utilizada en la elaboración del producto. Esta carne será sometida al respectivo análisis bromatológico para conocer su composición, la cual se detallada a continuación:

Cuadro N° 8
Análisis bromatológico de la carne de cuy

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
76.48	17.73	4.39	1.03	0.37

Fuente: Agrolab

3.7.2.5. Picado

Se reduce la carne a un tamaño de partícula determinado, para facilitar el posterior mezclado, asegurando que todo lo que será integrado sea en su totalidad homogéneo.

3.7.2.6. Pesado

Pesar la cantidad necesaria de carne de cuy y de los ingredientes que se requieren para la elaboración del jamón, utilizando también estos datos para la realización del balance de materia que durante la realización de este proyecto de grado se tendrá que realizar.

Cuadro N° 9

Formulación para la obtención de 1 Kg de jamón de carne de cuy

Ingredientes	%	Gramos
Carne de cuy	74,00	754
Agua	19,43	198
Sal curante	1,33	13,56
Almidón de papa	1,90	19,4
Condimento de jamón	0,77	7,8
Polifosfato	0,45	4,58
Proteína de soya	0,65	6,6
Carragenina	0,92	9,4
Ácido Ascórbico	0,04	0,394
Azúcar	0,29	2,94
Rojo 40	0,02	0,197
Nuez moscada	0,19	1,98
		1018,85

Elaborado por: Matute Liz**Cuadro N° 10**

Formulación para la elaboración de la sal curante utilizada como ingrediente en la formulación para la obtención de jamón a base de carne de cuy

Ingredientes	%	Gramos
Sal	99,5	13,492
Nitritos	0,5	0,066
Azúcar	2	0,27
		13,56

Elaborado por: Matute Liz**3.7.2.7. Mezclado**

Preparar la mezcla 1, la cual contiene el polifosfato, la carragenina, la sal curante, el azúcar y el condimento todos estos disueltos en agua. Esta solución será añadida a la carne previamente picada y mezclar para homogenizar la masa; enseguida se añade la mezcla 2 que está compuesta por el ácido ascórbico, proteína de soya y nuez moscada. Mezclar perfectamente todo y obtener una mezcla homogénea.

3.7.2.8. Amasado

Durante este proceso se añadirá el almidón y casi al finalizar el amasado se añadirá el rojo 40.

El amasado tendrá que ser realizado durante 2 horas. Como principal objetivo ésta operación tiene la homogenización de todos los ingredientes. Este proceso deberá ser realizado suavemente para evitar que la masa se torne esponjosa. Otro de los objetivos más importantes del amasado es la extracción y la solubilización de las proteínas miofibrilares para producir un exudado proteico superficial de la carne. Este exudado liga los trozos de carne uno con otro, durante la cocción.

3.7.2.9. Prensado

En el interior del molde colocar plástico apropiado y llenar sin dejar aire entre la masa. Cubrir correctamente y prensar durante aproximadamente 24 horas. Para permitir una buena consistencia del producto y eliminar el aire que se encuentra incorporado en la masa.

3.7.2.10. Refrigerado

Dejar en reposo de 12/24 horas en refrigeración a 10 °C.

3.7.2.11. Cocción

Previamente realizada las interacciones y siguiendo el diseño experimental pertinente se procede a aplicar las debidas temperaturas y tiempos. La cocción se lleva a cabo en recipientes que sobrepasen la altura de cada uno de los moldes, a estos recipientes se los llena de agua tomando en consideración que una vez alcanzada la temperatura deseada recién integraremos los moldes, con el objetivo que desde el inicio del proceso los jamones estén expuestos a la temperatura apropiada.

En este proceso se obtendrá el enrojecimiento del embutido, la destrucción de gérmenes, el endurecimiento del jamón y algunos de los aditivos incorporados se ligaran de manera estable.

Cuadro N° 11

Tiempos y temperaturas aplicados en el proceso de obtención de jamón de carne de cuy

Tiempo (h)	Temperatura (°C)
2	70
2.5	75
3	80

Elaborado por: Matute Liz

3.7.2.12. Enfriado

Enfriar en ducha de agua fría o en recipientes cuyo interior contenga agua fría, hasta alcanzar la temperatura ambiente (25 °C). El agua utilizada en este proceso debe ser tratada, para evitar la proliferación de microorganismos que puedan alterar la calidad del producto.

3.7.2.13. Refrigerado

Mantener en refrigeración 24 hr a 10 °C, a fin de obtener una buena ligazón de la masa.

3.7.2.14. Desmoldado

Luego de transcurrido el tiempo de reposo en refrigeración, las fundas deben ser extraídas del molde con cuidado.

3.7.2.15. Pesado

Se pesa el producto para conocer los resultados del rendimiento del mismo, en cuanto a la cantidad que ingresa al proceso y la cantidad que sale como producto final.

3.7.2.16. Empacado

El jamón es empacado al vacío en fundas termoencogibles y pasa a ser almacenado en la cámara de conservación.

3.7.2.17. Almacenado

Se almacena el jamón a bajas temperaturas para mantener sus características microbiológicas y bromatológicas, para que al ser comercializado sea agradable visualmente al consumidor y aporte con los nutrientes propios de un jamón elaborado con una carne de excelente composición nutricional.

Control de calidad: una vez finalizado el proceso se realizan los análisis bromatológicos y microbiológicos respectivos al mejor tratamiento. (Cuadros 13 y 14).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del diseño experimental

Cuadro N° 12

Resultados registrados en las variables: Humedad (%), proteína (%), grasa (%), ceniza (%), y E.L.N.N. (%), en la elaboración de jamón a base de carne de cuy

Factor A: Tiempos de cocción	Factor B: Temperaturas de cocción				
1.- 2 hr	1.- 70 °C				
2.- 2.5 hr	2.- 75 °C				
3.- 3 hr	3.- 80 °C				

Factores	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	E.L.N.N.
Interacción					
T0 Testigo (Jamón de codorniz)	66.24	14.61	4.46	-	-
T1 (2hr * 70°C)	75.87 ax	17.01 a	3.72 a	-	0.44 ab
T2 (2hr * 75°C)	77.01 ab	15.16 abc	3.97 ab	-	0.90 ab
T3 (2hr * 80°C)	79.04 ab	13.05 cd	4.90 b	-	0.09 a
T4 (2.5hr * 70°C)	75.88 ax	16.11 ab	4.03 ab	-	1.17 ab
T5 (2.5hr * 75°C)	80.70 bx	12.61 cd	3.50 a	-	0.70 ab
T6 (2.5hr * 80°C)	80.81 bx	12.01 d	3.48 a	-	0.90 ab
T7 (3hr * 70°C)	76.41 ax	15.93 abc	3.99 ab	-	0.64 ab
T8 (3hr * 75°C)	77.51 ab	13.98 bcd	4.31 ab	-	1.33 b
T9 (3hr * 80°C)	75.49 ax	15.22 abc	3.95 ab	-	2.58 c
CV (%)	1.54	5.15	6.88	7.36	31.95
Tukey (p<0.05)	4.20437	2.63502	0.96131	-	1.09079

Elaborado por: Matute Liz

Fuente: Jamón de codorniz- Mauricio Sánchez/2009

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,01)

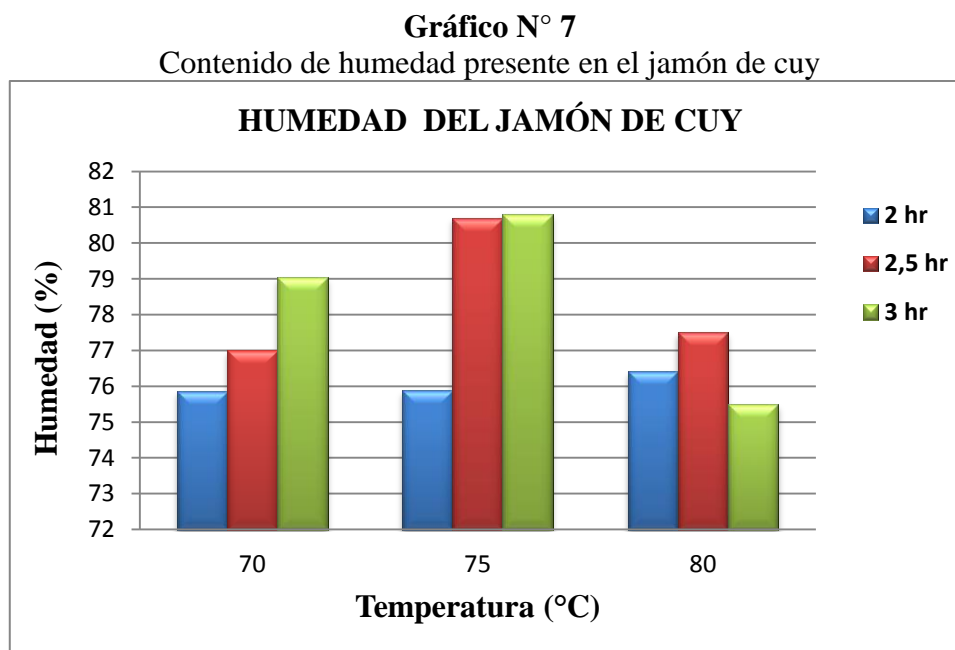
4.1.1. Humedad de jamón de cuy

Hubo interacción entre el tiempo y temperatura de cocción del jamón (P= 0,0026). El menor porcentaje de humedad (75.49 %), se obtuvo al elaborar jamón con carne de cuy a

una temperatura de 80 °C por 3 h (Gráfico 7), lo que indica que el producto al ser cocido a una alta temperatura y por un periodo prolongado de 3 h, reduce sus niveles de humedad.

Esta variación se debe a que a mayor temperatura y tiempo de cocción, hay mayor pérdida de humedad presente en el embutido, a menor tiempo y temperatura de cocción mayor es la humedad y ende la textura no es la requerida por las especificaciones organolépticas del producto. (Procuraduría Federal del Consumidor PROFECO, México).

Según el Codex Alimentarius de embutidos y aditivos, la cocción del jamón por 3 h a 80 °C contiene el menor porcentaje de humedad, encontrándose fuera del rango requerido que establece como máximo 75 % para productos cárnicos cocidos. Si bien se encuentra fuera de los parámetros establecidos es el más cercano a lo estipulado.



Elaborado por: Matute Liz

4.1.2. Proteína presente en jamón de cuy

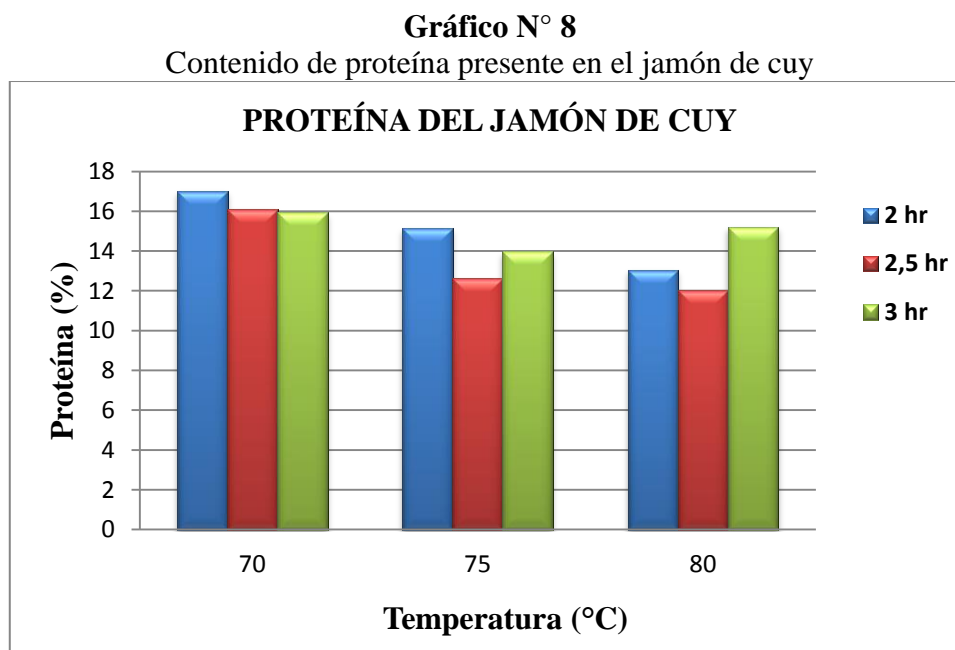
Hubo interacción entre el tiempo y temperatura de cocción del jamón ($P= 0,0019$). El mayor porcentaje de proteína (17.01 %) fue obtenido en el jamón elaborado con carne de cuy a una temperatura de 70 °C por 2 h (Gráfico 8), lo que indica que el producto al ser

cocido a una temperatura baja y por un periodo de no más de 2 h, es menor la desnaturalización de proteínas.

Estos resultados se deben a que las proteínas a partir de los 35 °C, empiezan un proceso de desnaturalización por acción del calor, a mayor temperatura menor porcentaje de proteínas.

El tiempo de cocción también influye significativamente, pues a mayor tiempo de exposición al calor, mayor desnaturalización y pérdida de la proteína. Por lo tanto aplicar un periodo de cocción y temperatura mínimas da mejores valores con respecto al porcentaje de proteína. (William Abel Paricahua Ito. “Desnaturalización de la proteína a temperaturas y pH extremos”).

Según la norma NTE INEN 1 338:2010 (INEN 2010), el tratamiento de 2 h a 70 °C contiene el mayor porcentaje de proteínas, encontrándose dentro del rango requerido que establece como mínimo el 13 % para productos cárnicos cocidos.



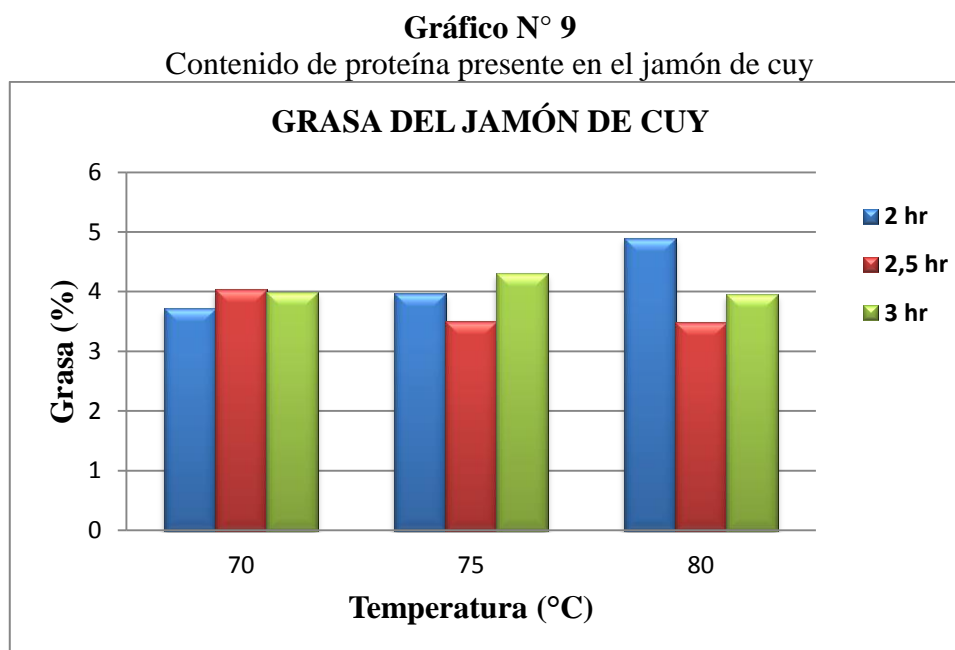
Elaborado por: Matute Liz

4.1.3. Grasa presente en jamón de cuy

Hubo interacción entre el tiempo y temperatura de cocción del jamón ($P= 0,0002$). El menor porcentaje de grasa (3.48 %), se obtuvo en el jamón elaborado con carne de cuy a una temperatura de 80 °C por 2.5 h (Gráfico 9), lo que indica que el producto al ser cocido a una temperatura de cocción alta es decir 80 °C y por un tiempo de 2.5 h, disminuye considerablemente la presencia del lípido en la composición original de la pieza de jamón.

Esto se debe en primer lugar a que el porcentaje de grasa utilizado en la elaboración del embutido es sumamente bajo pues el jamón es un producto libre en su totalidad de almidones y grasa, por otro lado al someter a temperaturas altas de cocción las grasas se mezclan mejor con los otros componentes, disminuyendo de cierta forma las grasas libres. (Ventanas J. “Tecnología del Jamón”).

Según la norma NTE INEN 1 338:2010 (INEN 2010), el tratamiento de 2.5 h por 80 °C contiene el menor porcentaje de grasa, encontrándose dentro del rango requerido que establece máximo el 4 % para productos cárnicos cocidos magros como es el jamón.



Elaborado por: Matute Liz

4.1.4. Ceniza presente en jamón de cuy

No hubo interacción entre tiempo de cocción y temperatura aplicada ($P=0,3983$). El mayor porcentaje de ceniza (3.04 %), se obtuvo al elaborar el jamón de carne cuy a una temperatura de 70 °C por 3 h, por otro lado el jamón con menor porcentaje de ceniza fue sometido a 2.5 h de cocción por 75 °C. No existe una diferencia claramente marcada ya que la variación entre un tratamiento y otro se mantiene constante.

Si bien la ceniza como tal no está considerada dentro de las normas que rigen esta actividad, el porcentaje de calcio, magnesio y otros podrían ser un punto de partida para establecer una relación. (Análisis de Cenizas, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, 2013).

No existe una referencia que haga algún tipo de alusión al contenido de cenizas ideal para un jamón.

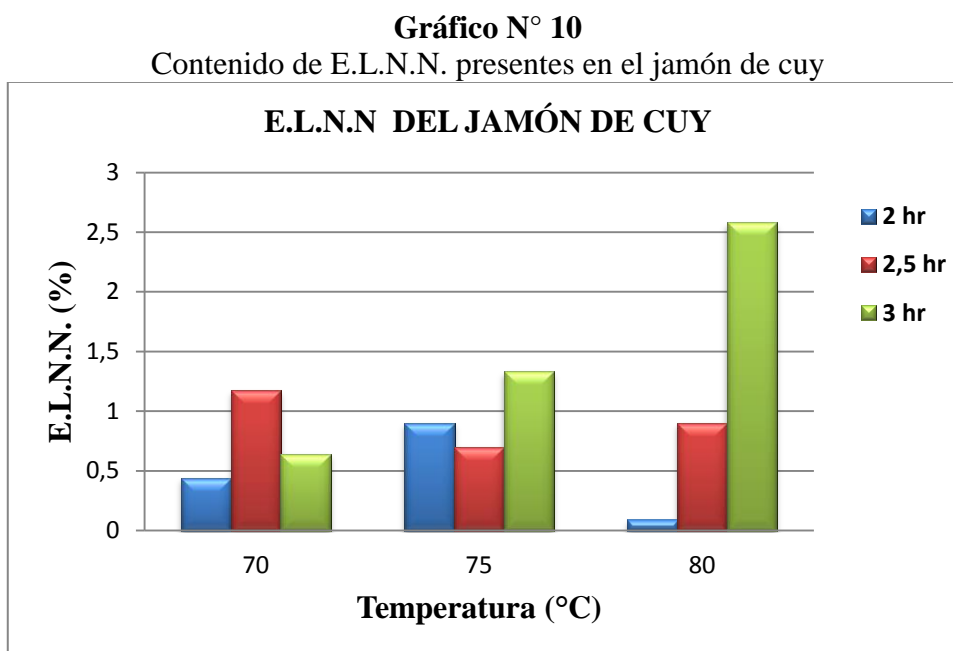
4.1.5. Elementos no nitrogenados (E.L.N.N) presentes en el jamón de cuy

Hubo interacción entre el tiempo y temperatura de cocción del jamón ($P= <0,0001$). El menor porcentaje de elementos no nitrogenados (0.09 %,) fue obtenido en el jamón elaborado con carne de cuy a una temperatura de 80 °C por 2 h (Gráfico 10), lo que indica que el producto al ser cocido a una baja temperatura y por un periodo de no más de 2 h, disminuye considerablemente su concentración en carbohidratos solubles (azúcar simple y almidón), cabe recalcar que en productos cárnicos cocidos, específicamente en el jamón, la presencia de carbohidratos es muy limitada y casi nula (según el tipo de jamón).

La diferencia de concentración de elementos no nitrogenados en el jamón presentó una clara variación al aplicar una temperatura de 80 °C por 2 h en comparación a los otros tiempos y temperaturas asignadas. Esto es debido a que los carbohidratos (incluidos en los E.L.N.N.), al llegar a una temperatura mayor a los 80 °C tienden a gelatinizarse o aglutinarse, brindando en este caso mayor consistencia al jamón y menor porcentaje de

carbohidratos en la mezcla total. A menor temperatura mayor porcentaje de gelatinización. (Efectos inducidos por el calor en el Almidón, FAO, 2013).

Según la norma NTE INEN 1 338:2010 (INEN 2010), el tratamiento de 2 h a 80 °C contiene el menor porcentaje de E.L.N.N., encontrándose parcialmente fuera de la norma pues para jamón de clase uno debe existir ausencia absoluta de carbohidratos, si hablamos de jamón tipo dos el porcentaje de carbohidratos debe ser de máximo 3 %.



Elaborado por: Matute Liz

4.2. Discusión del diseño experimental

Después de realizarlos respectivos análisis experimentales de los distintos parámetros como son la humedad, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, elementos no nitrogenados y ceniza se concluye que los tres mejores tratamientos son los siguientes:

El A1B1 (2 h x 70 °C), el A3B3 (3 h x 80 °C) y el A1B3 (2 h x 80 °C), pues sus características físico químicas se ajustan perfectamente en su mayoría a los parámetros establecidos en las distintas normas (Normas INEN), pues un jamón de calidad debe tener un porcentaje de proteína superior al 15 % pero principalmente debe estar compuesto por

bajos porcentajes de grasa y de elementos no nitrogenado. El tratamiento A1B1 (2 h x 70 °C), está compuesto por mayor porcentaje de proteína (17.01 %) y menor contenido de grasa (considerando el porcentaje de humedad aceptable de este tratamiento). El A3B3 (3 h x 80 °C), tiene el menor porcentaje de humedad, por otro lado el tratamiento A1B3 (2 h x 80 °C) tiene el menor porcentaje de elementos no nitrogenados.

Para escoger el mejor tratamiento de estos tres obtenidos, producto del diseño experimental se realizó encuestas por catación, donde la población determinó mediante una prueba de catación de tipo sensorial que tratamiento reúne las características organolépticas óptimas.

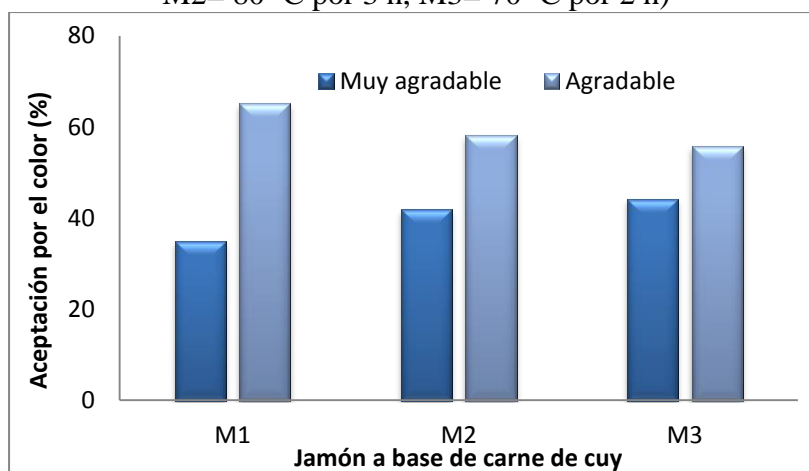
4.3. Tabulación de encuestas por catación, del jamón a base de carne de cuy

4.3.1. Análisis del color

El jamón elaborado a 70 °C por 2 h (M3), tuvo la mayor aceptación en cuanto al color con el 44.2 % en relación a las muestras 1 y 2 (Gráfico 7), debido a que su coloración era la menos oscura. La calificación de desagradable tuvo 0 % para todas las muestras.

Gráfico N° 11

Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su color (n = 43, M1 =80 °C por 2 h, M2= 80 °C por 3 h, M3= 70 °C por 2 h)



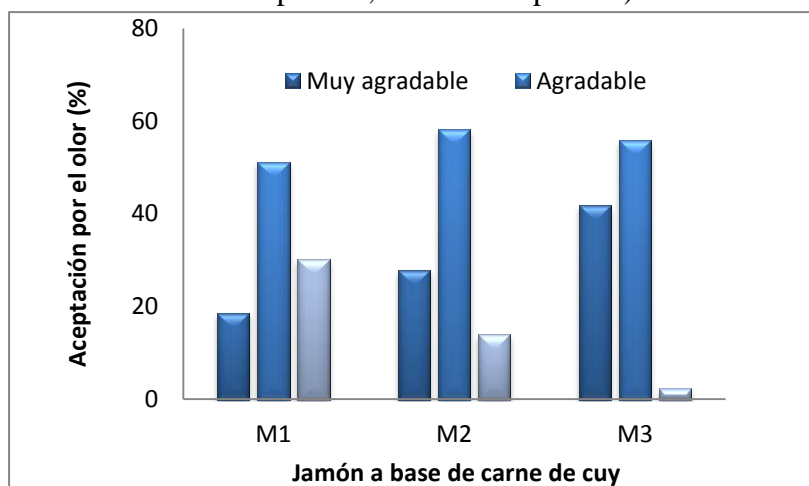
Elaborado por: Matute Liz

4.3.2. Análisis del olor

El jamón elaborado a 70 °C por 2 h (M3), tuvo como elección mayoritaria en la escala de muy agradable para el olor con el 37.2 %, en relación a las muestras M1 y M2 (Gráfico 8), porque según el criterio de los catadores su olor se asemejaba al de otros jamones que ya son distribuidos en el mercado.

Gráfico N° 12

Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su olor (n = 43, M1 =80 °C por 2 h, M2= 80 °C por 3 h, M3= 70 °C por 2 h)



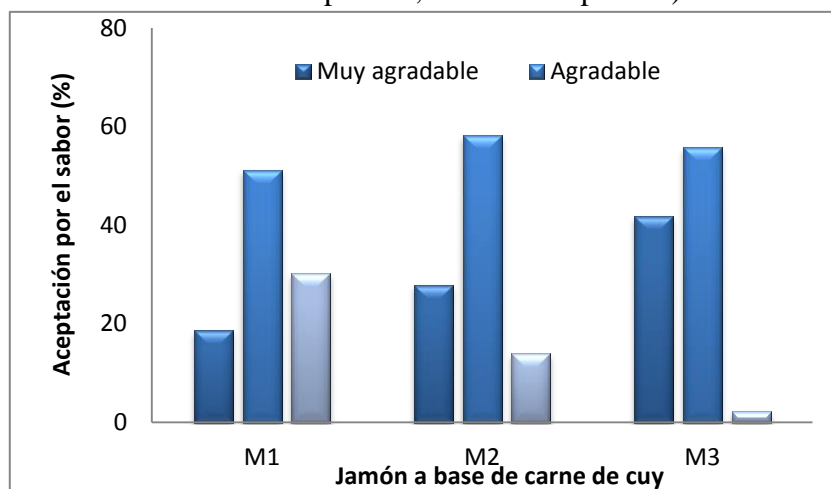
Elaborado por: Matute Liz

4.3.3. Análisis del sabor

El jamón cuya interacción en tiempo y temperatura fue 70 °C por 2 h (M3), fue elegida como la mejor alternativa para el sabor en relación con la muestra M1 y la muestra M2 (Gráfico 9), calificándola como muy agradable en un 41.9 %, debido a que en su sabor era más notable el sabor característico de la carne de cuy.

Gráfico N° 13

Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su sabor (n = 43, M1 =80 °C por 2 h, M2= 80 °C por 3 h, M3= 70 °C por 2 h)



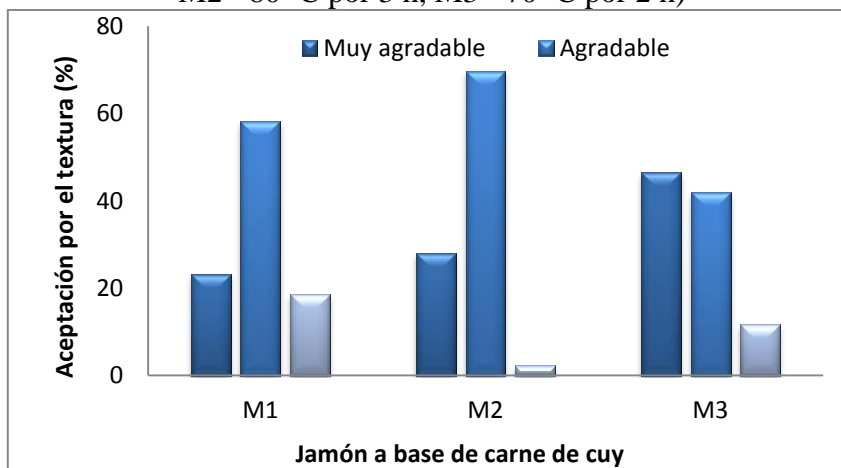
Elaborado por: Matute Liz

4.3.4. Análisis de la textura

La muestra 3, cuyos tiempo y temperatura aplicados eran 2 h por 70 °C respectivamente, fue la mejor alternativa y fue calificada como muy agradable para la textura (46.5 %) que las muestras 1 y 2 (Gráfico 10), siguiéndole en puntuación la muestra 2 (27.9 %) y finalmente la muestra 1 (23.3 %).

Gráfico N° 14

Aceptación del jamón a base de carne de cuy por su textura (n = 43, M1 =80 °C por 2 h, M2= 80 °C por 3 h, M3= 70 °C por 2 h)



Elaborado por: Matute Liz

Por lo que se concluye que la M3 según pruebas de aceptabilidad presentó el mejor color, olor, sabor y textura, lo que califica al jamón de cuy como un producto de calidad en cuanto a sus características organolépticas.

4.4. Análisis bromatológico de los 3 mejores tratamientos

Cuadro N° 13
Análisis bromatológicos de los 3 mejores tratamientos

Tratamientos	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
2h*70°C	75,87	17,01	3,72	2,96	0,44
2h*80°C	79,04	13,05	4,90	2,92	0,09
3h*80°C	75,49	15,22	3,95	2,76	2,58

Elaborado por: Agrolab

En el Cuadro 13, que muestra los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos aplicados en los 3 mejores tratamientos, se puede observar que no se presenta gran diferencia en su composición ya que los rangos de tiempos y temperaturas de cocción no son extremos. Aun así se ha tomado como mejor muestra la de la interacción de 2 horas y 70 °C debido a su contenido proteico y de grasa que son los óptimos para el jamón.

4.5. Análisis microbiológico del mejor tratamiento aplicado al jamón

Cuadro N° 14
Análisis microbiológico del mejor tratamiento (2h * 70 °C)

Parámetros	Unidades	Resultados	Método
Escherichia Coli	Ufc/g	<10	AOAC991.14PETRIFILM
Estafilococcus Aureus	Ufc/g	<10	AOAC2003.7 PETRIFILM
Salmonella	Ufc/25 g	*Ausencia	NORMA NTE INEN 1 529-15:96

Fuente: Laboratorio INSPI Santo Domingo de los Tsáchilas

Elaborado por: Dr. Javier Caisaguano

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico del mejor tratamiento aplicado en la elaboración de jamón a base de carne de cuy muestran que el producto se encuentra dentro de los parámetros que establece la norma referencial comparativa NTE INEN 1338: 2012. Carne y productos cárnicos, por lo que el producto de quererse puede ser comercializado en el mercado y es apto para el consumo humano sin correr riesgos en la salud.

4.6. Balance de costos de un jamón de 1 Kg a base de carne de cuy

Cuadro N° 15			
Balance de costos del jamón de carne de cuy			
Ingredientes	Cantidad (gr)	V. unitario	V. total
(Libra-\$)			
Carne de cuy	754	7	11.63
Sal curante	13.56	-	0.01
Almidón	19.40	5.68	0.24
Condimento de jamón	7.80	31.78	0.55
Polifosfato	4.58	3.52	0.04
Proteína de soya	6.60	2.40	0.03
Carragenina	9.40	4.60	0.10
Ácido ascórbico	0.394	2.75	0.002
Azúcar	2.94	0.50	0.003
Nuez moscada	1.98	3.65 (34 gr)	0.21
Rojo 40	0.197	0.01	0.01
COSTO A			12.83
Detalle	Cantidad		Total
Mano de obra	10 % del costo A		1.283
Energía	5 % del costo A		0.642
Utilidad	20 % del costo A		2.566
Depreciación de maquinaria	5 % del costo A		0.642
COSTO B			5.13
COSTO TOTAL = COSTO A + COSTO B			17.96

Elaborado por: Matute Liz

Costo por empaque

Costo total / Núm. de empaques

$$\$ 17.96 / 4 = \$ 4.49$$

El costo del jamón de 250 gramos es de \$ 4.49 (cuatro dólares con cuarenta y nueve centavos).

4.7. Rendimiento del proceso de elaboración de jamón a base de carne de cuy

Rendimiento = Peso final / peso inicial * 100

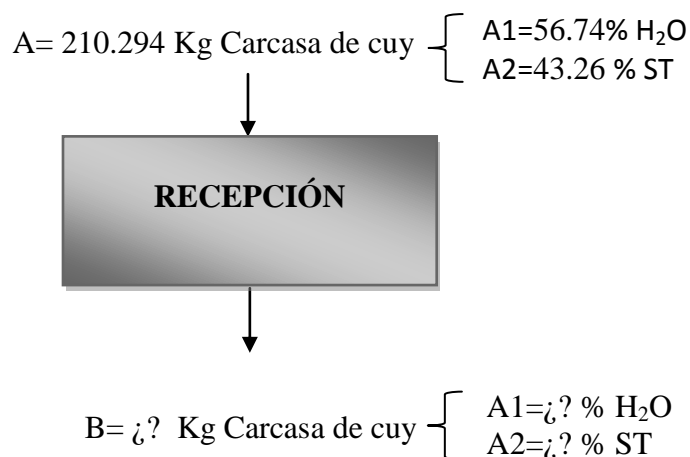
Rendimiento = 1.00866 Kg / 2.10294 Kg * 100

Rendimiento = 47.96 %

Este apreciable rendimiento bajo, se debe a que al proceso ingresa la carcasa entera, aportando partes que no serán aprovechadas en el proceso de elaboración del jamón ya que para tal proceso se utiliza únicamente la carne pura del cuy.

4.8. Balance de materia de la elaboración de jamón a base de carne de cuy a nivel de planta piloto

Recepción de carcasa de cuy



Balance general

$$A = B$$

$$B = 210.294 \text{ Kg de carcasa de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$A (A_1) = B (B_1)$$

$$210.294 (0.5674) = 210.294 (B_1)$$

$$B_1 = 0.5674 (100)$$

$$B_1 = 56.74\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

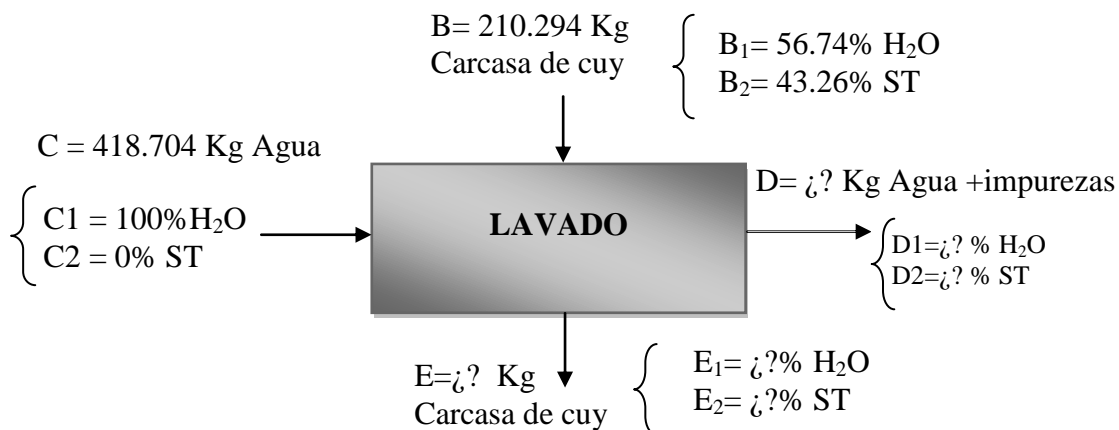
$$A (A_2) = B (B_2)$$

$$210.294 (0.4326) = 210.294 (B_2)$$

$$B_2 = 0.4326 (100)$$

$$B_2 = 43.26\% \text{ ST}$$

Lavado de carcasa de cuy



Dato experimental del cálculo de agua de entrada

$$C = 420.588 \text{ Kg agua}$$

Cálculo del agua de salida

$$D = C + 0.5 \% B \text{ (impurezas)}$$

$$D = 420.588 + 1.051$$

$$D = 421.639 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua del agua + impurezas

$$D(D1) = C(C1) + 0.5\% B (B1)$$

$$421.639(D1) = 420.588(1) + 0.5\% * 210.294(0.5674)$$

$$421.634 (D1) = 420.588 + 0.5966$$

$$D1 = 0.9989 * 100$$

$$D1 = 99.89\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales del agua + impurezas

$$D(D2) = C(C2) + 0.5\% B (B2)$$

$$421.639(D2) = 420.588(0) + 0.5\% * 210.294(0.4326)$$

$$421.634 (D2) = 0 + 0.4548$$

$$D_2 = 0.0011 * 100$$

$$D_2 = 0.11\% \text{ ST}$$

Balance general

$$B + C = D + E$$

$$E = B + C - D$$

$$E = (210.294 + 420.588) - 421.634$$

$$E = 209.248 \text{ Kg de carcasa lavada}$$

Balance parcial de agua

$$B (B_1) + C (C_1) = D (D_1) + E (E_1)$$

$$210.294 (0.5674) + 420.588 (1) = 421.634 (0.9989) + 209.248 (E_1)$$

$$119.32 + 420.588 = 421.17 + 209.248 (E_1)$$

$$E_1 = \frac{539.908 - 421.17}{209.248}$$

$$E_1 = 0.5674 (100)$$

$$E_1 = 56.74\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$B (B_2) + C (C_2) = D (D_2) + E (E_2)$$

$$210.294 (0.4326) + 420.588 (0) = 421.634 (0.0011) + 209.248 (E_2)$$

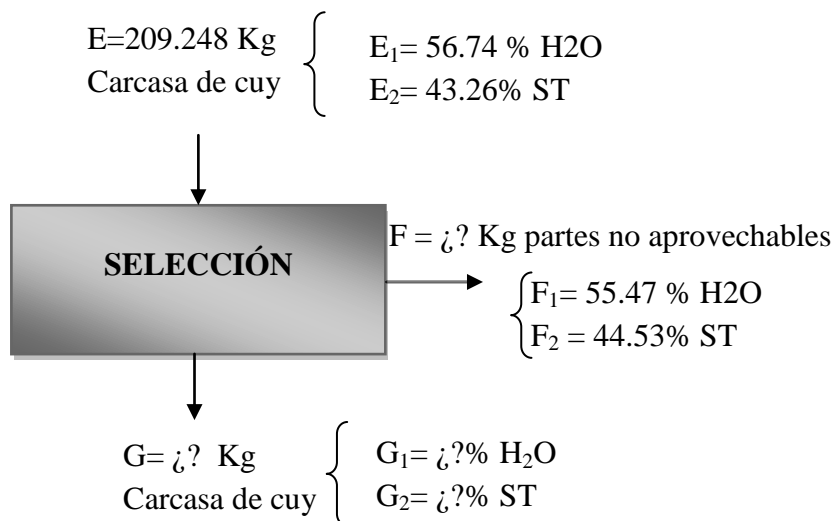
$$90.98 + 0 = 0.4638 + 209.248 (E_2)$$

$$E_2 = \frac{90.98 - 0.4638}{209.248}$$

$$E_2 = 0.4326 (100)$$

$$E_2 = 43.26\% \text{ ST}$$

Selección de carcasa de cuy



Dato experimental

$$F = 40.12 \% E$$

Cálculo de Kg de partes no aprovechables

$$F = 40.12 \% (E)$$

$$F = 40.12 \% (209.248)$$

$$F = 83.952 \text{ Kg}$$

Balance general

$$E = F + G$$

$$G = E - F$$

$$G = 209.248 - 83.952$$

$$G = 125.296 \text{ Kg carcasa de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$E (E_1) = F (F_1) + G (G_1)$$

$$209.248 (0.5674) = 83.952 (0.5547) + 125.296 (G_1)$$

$$118.73 - 46.56 = 125.296(G_1)$$

$$G_1 = \frac{72.17}{125.296}$$

$$G_1 = 0.5760 \text{ (100)}$$

$$G_1 = 57.60 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$E (E_2) = F (F_2) + G (G_2)$$

$$209.248 (0.4326) = 83.952 (0.4453) + 125.296 (G_2)$$

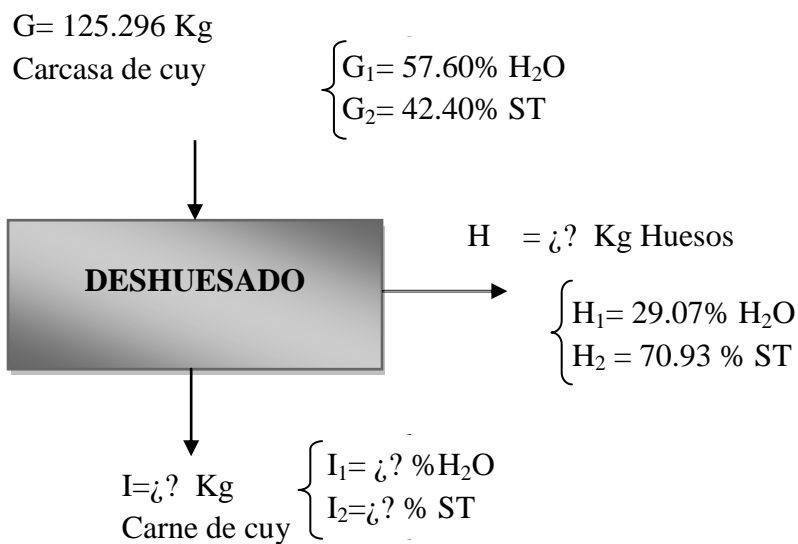
$$90.52 - 37.38 = 125.296(G_1)$$

$$G_2 = \frac{53.13}{125.296}$$

$$G_2 = 0.4240 \text{ (100)}$$

$$G_2 = 42.40 \% \text{ ST}$$

Deshuesado de carcasa de cuy



Dato experimental

$$H = 39.82 \% \text{ B}$$

Cálculo de impurezas

$$H = 39.82\% (G)$$

$$H = 39.82\% (125.296)$$

$$H = 49.896 \text{ Kg}$$

Balance general

$$G = H + I$$

$$I = G - H$$

$$I = 125.296 - 49.896$$

$$I = 75.40 \text{ Kg de carne de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$G (G_1) = H (H_1) + I (I_1)$$

$$125.296(0.576) = 49.896(0.2907) + 75.40 (I_1)$$

$$72.17 - 14.50 = 75.40 (I_1)$$

$$I_1 = \frac{57.67}{75.40}$$

$$I_1 = 0.7648 (100)$$

$$I_1 = 76.48 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$G (G_2) = H (H_2) + I (I_2)$$

$$125.296(0.424) = 49.896(0.7093) + 75.40 (I_2)$$

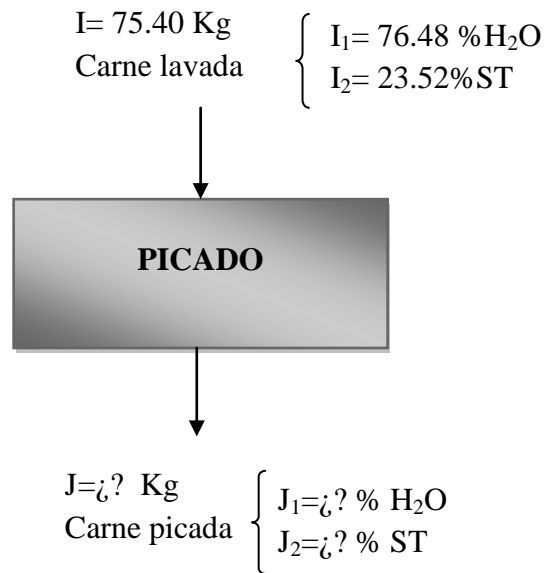
$$53.12 - 35.39 = 75.40 (I_2)$$

$$I_2 = \frac{17.73}{75.40}$$

$$I_2 = 0.2352 (100)$$

$$I_2 = 23.52 \% \text{ ST}$$

Picado de la carne de cuy



Balance General

$$I = J$$

$J = 75.40 \text{ Kg}$ de carne picada

Balance parcial de agua

$$I (I_1) = J (J_1)$$

$$75.40 (0.7648) = 75.40 (J_1)$$

$$J_1 = 0.7648 (100)$$

$$J_1 = 76.48\% \text{H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

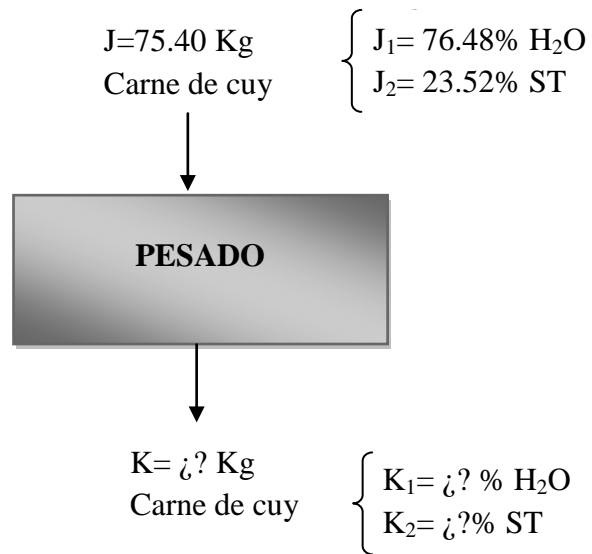
$$I (I_2) = J (J_2)$$

$$75.40 (0.2352) = 75.40 (J_2)$$

$$J_2 = 0.2352 (100)$$

$$J_2 = 23.52\% \text{ST}$$

Pesado de carne de cuy



Balance General

$$J = K$$

$$K = 75.40 \text{ Kg de carne de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$J (J_1) = K (K_1)$$

$$75.40 (0.7648) = 75.40 (K_1)$$

$$K_1 = 0.7648 (100)$$

$$K_1 = 76.48\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

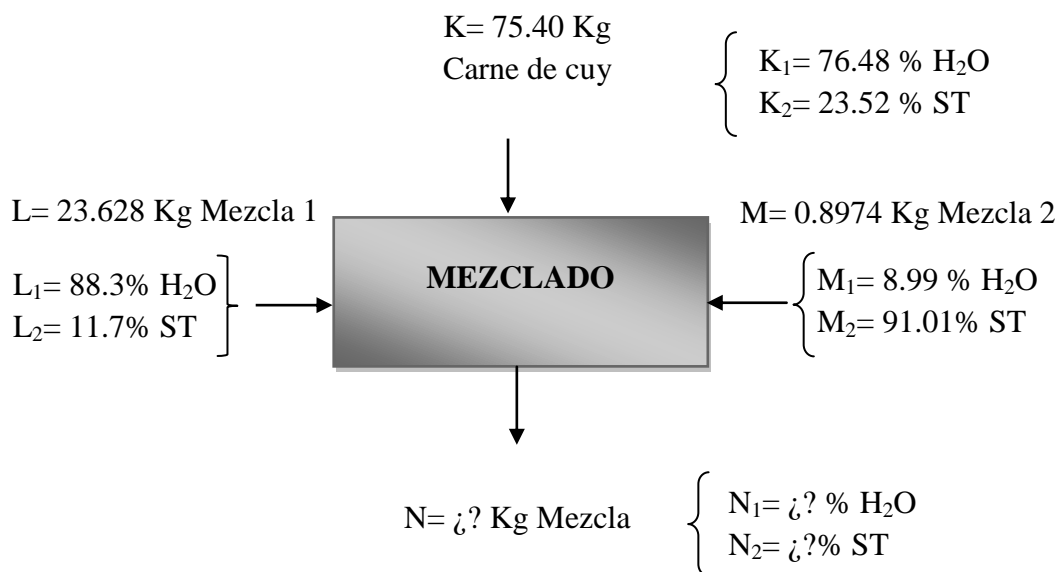
$$J (J_2) = K (K_2)$$

$$75.40 (0.2352) = 75.40 (K_2)$$

$$K_2 = 0.2352 (100)$$

$$K_2 = 23.52\% \text{ ST}$$

Mezclado de carne de cuy y aditivos



Balance General

$$N = K + L + M$$

$$N = 99.925 \text{ Kg de mezcla}$$

Balance parcial de agua

$$N(N_1) = K(K_1) + L(L_1) + M(M_1)$$

$$99.925(N_1) = 75.4(0.7648) + 23.628(0.883) + 0.8974(0.0899)$$

$$99.925(N_1) = 57.665 + 20.863 + 0.0807$$

$$N_1 = 0.7867 (100)$$

$$N_1 = 78.67 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$N(N_2) = K(K_2) + L(L_2) + M(M_2)$$

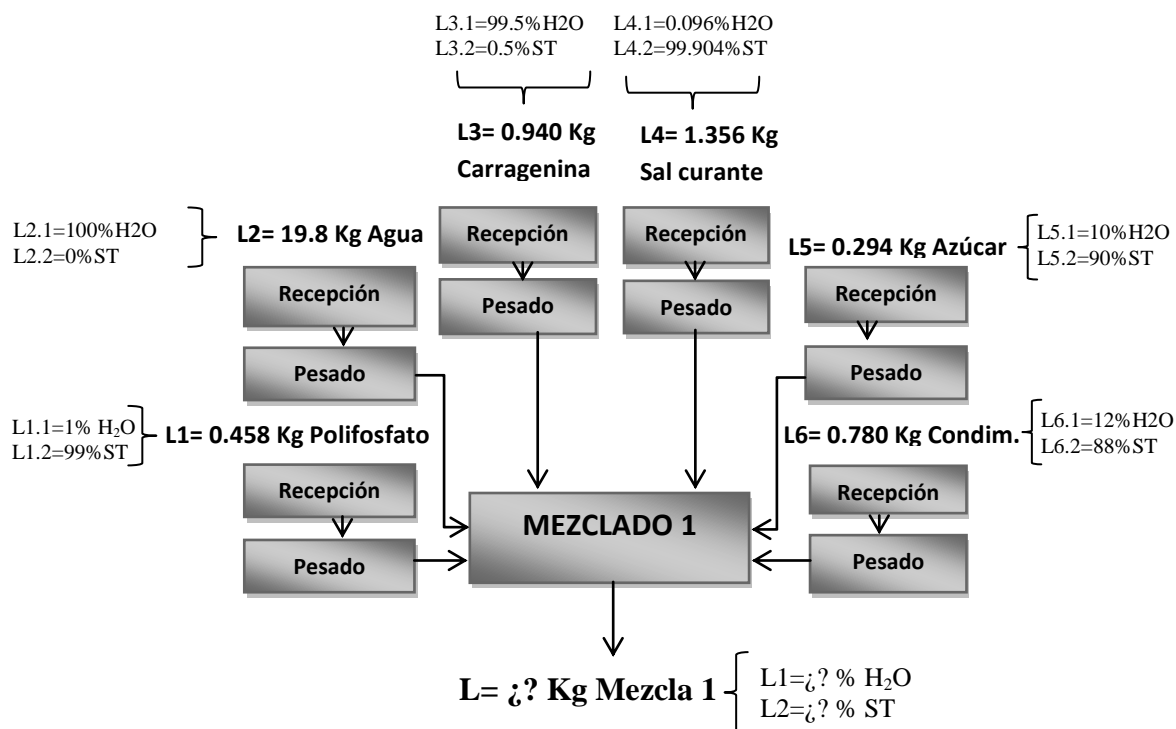
$$99.925(N_2) = 75.4(0.2352) + 23.628(0.117) + 0.8974(0.9101)$$

$$99.925(N_2) = 17.734 + 2.764 + 0.8167$$

$$N_2 = 0.2133 (100)$$

$$N_2 = 21.33 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Mezclado 1



Balace general

$$L=L1+L2+L3+L4+L5+L6$$

$$L=0.458+19.8+0.940+1.356+0.294+0.780$$

$$L= 23.628 \text{ Kg de mezcla 1}$$

Balace parcial de agua

$$L(L_1) = L1(L1.1)+L2(L2.1)+L3(L3.1)+L4(L4.1)+L5(L5.1)+L6(L6.1)$$

$$L(L_1)=0.00458+19.8+0.9353+0.001302+0.0294+0.0936$$

$$23.628(L_1)=20.864$$

$$L_1= 0.883 (100)$$

$$L_1= 88.3\% H_2O$$

Balace parcial de sólidos totales

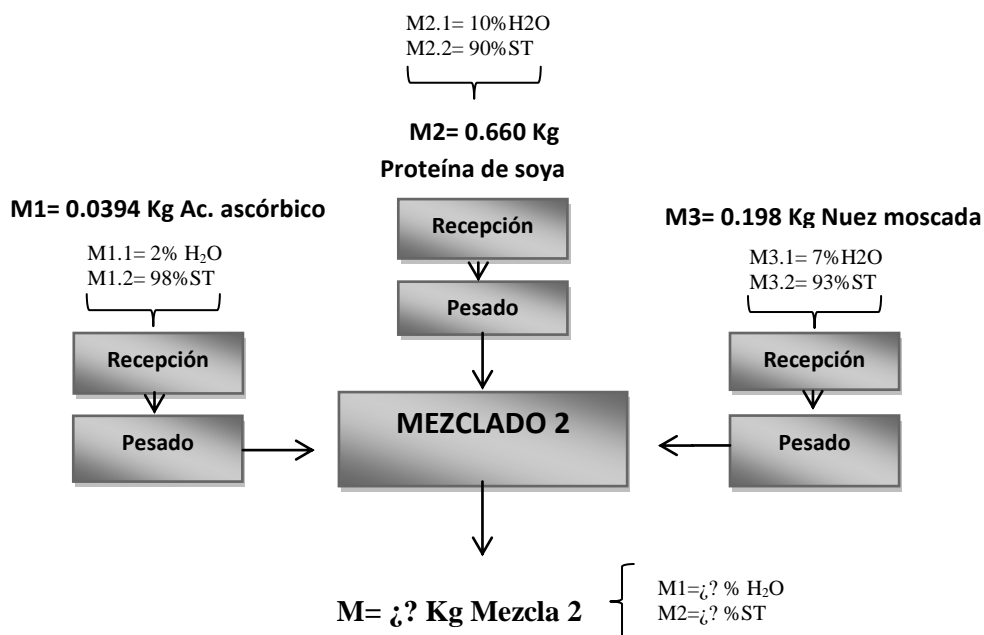
$$L(L_2) = L1(L1.2)+L2(L2.2)+L3(L3.2)+L4(L4.2)+L5(L5.2)+L6(L6.2)$$

$$L(L_2)=0.4534+0+0.0047+1.3547+0.2646+0.6864$$

$$23.628(L_2)=2.7638$$

$$L_2= 0.117 (100)$$

Mezclado 2



Balance general

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

$$M = 0.0394 + 0.660 + 0.198$$

$$M = 0.8974 \text{ Kg de mezcla 2}$$

Balance parcial de agua

$$M(M_1) = M_1(M_{1.1}) + M_2(M_{2.1}) + M_3(M_{3.1})$$

$$M(M_1) = 0.000788 + 0.066 + 0.01386$$

$$0.8974(M_1) = 0.08065$$

$$M_1 = 0.08987 (100)$$

$$M_1 = 8.99\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

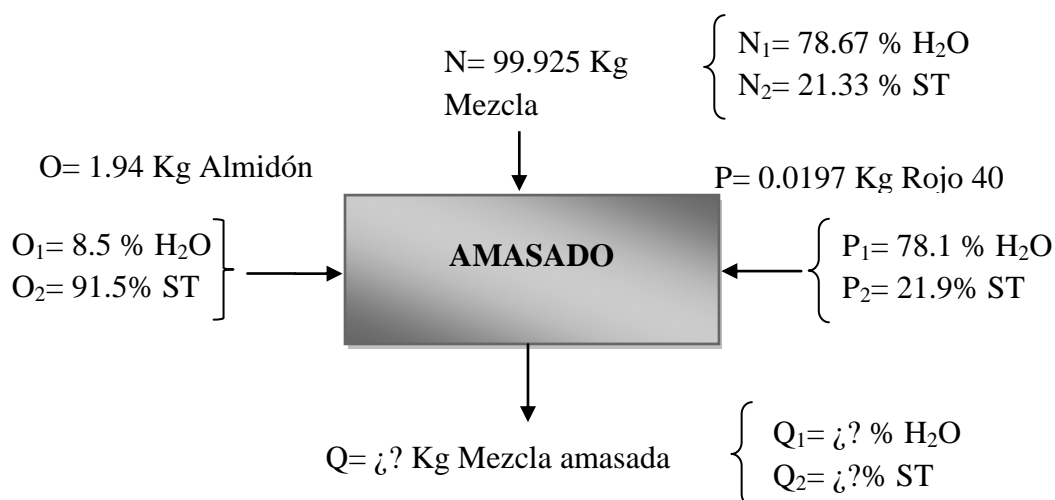
$$M(M_2) = M1(M1.2) + M2(M2.2) + M3(M3.2)$$

$$M(M_2) = 0.0386 + 0.594 + 0.1841$$

$$0.8974(M_2) = 0.8167$$

$$M_2 = 0.9101 \text{ (100)}$$

$$M_2 = 91.01\% \text{ H}_2\text{O}$$

Amasado de mezcla**Balance General**

$$Q = N + O + P$$

$$Q = 101.885 \text{ Kg de mezcla amasada}$$

Balance parcial de agua

$$Q(Q_1) = N(N_1) + O(O_1) + P(P_1)$$

$$101.885(Q_1) = 78.611 + 0.1649 + 0.0154$$

$$Q_1 = 0.7733 \text{ (100)}$$

$$Q_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

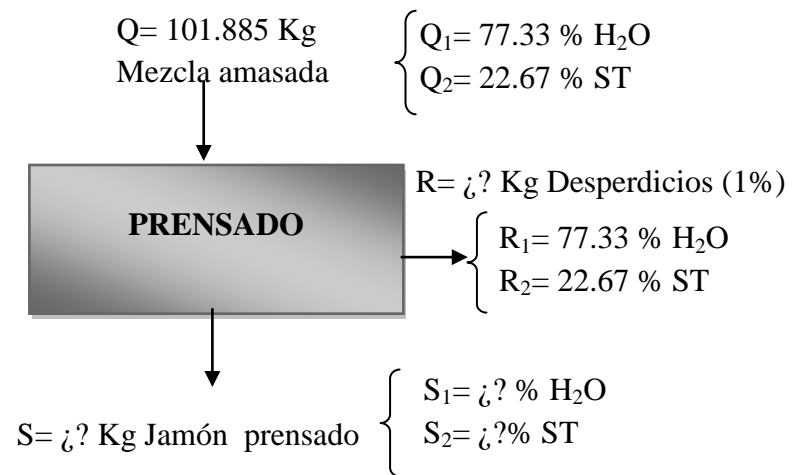
$$Q(Q_2) = N(N_2) + O(O_2) + P(P_2)$$

$$101.885(Q_2) = 21.314 + 1.7751 + 0.00425$$

$$Q_2 = 0.2267 (100)$$

$$Q_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Prensado de la mezcla



Balance de desperdicios

$$R = 1\% (Q)$$

$$R = 1.01885 \text{ Kg}$$

Balance General

$$S = Q - R$$

$$S = 101.885 - 1.01885$$

$$S = 100.866 \text{ Kg Jamón prensado}$$

Balance parcial de agua

$$S (S_1) = Q (Q_1) - R (R_1)$$

$$100.866 (S_1) = 101.885 (0.7733) - 1.01885(0.7733)$$

$$S_1 = 0.7733 (100)$$

$$S_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

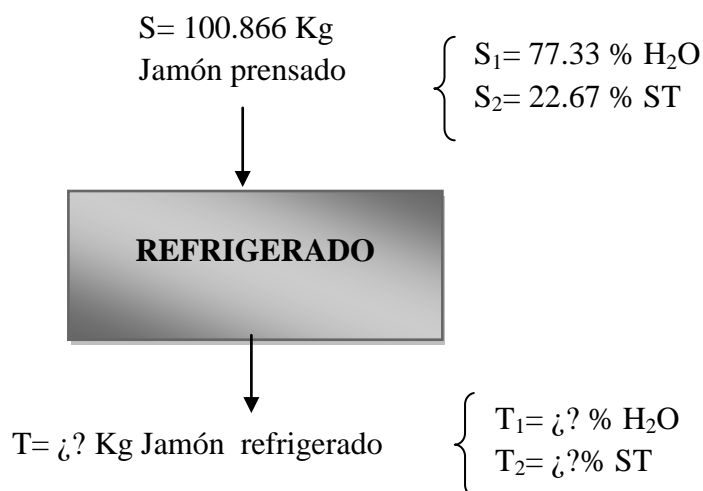
Balance parcial de sólidos totales

$$S (S_2) = Q (Q_2) - R (R_2)$$

$$100.866 (S_2) = 101.885 (0.2267) - 1.01885(0.2267)$$

$$S_2 = 0.2267 (100)$$

$$S_2 = 22.67 \% \text{ ST}$$

Refrigerado del jamón**Balance General**

$$S = T$$

$$T = 100.866 \text{ Kg de Jamón refrigerado}$$

Balance parcial de agua

$$S (S_1) = T (T_1)$$

$$100.866 (0.7733) = 100.866 (T_1)$$

$$T_1 = 0.7733 (100)$$

$$T_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

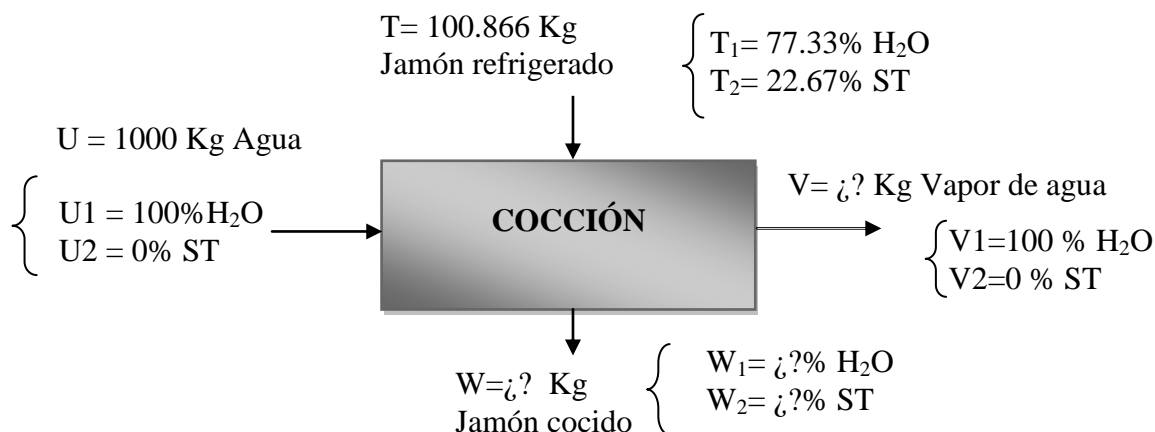
$$S (S_2) = T (T_2)$$

$$100.866 (0.2267) = 100.866 (T_2)$$

$$T_2 = 0.2267 (100)$$

$$T_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Cocción del jamón



Dato experimental del cálculo de agua de entrada

$$T = 1000 \text{ Kg Agua}$$

Cálculo del agua de salida

$$U = V$$

$$V = 1000 \text{ Kg}$$

Balance General

$$T + U = V + W$$

$$W = T + U - V$$

$$W = (100.866 + 1000) - 1000$$

$$W = 100.866 \text{ Kg de Jamón cocido}$$

Balance parcial de agua

$$T (T_1) + U (U_1) = V (V_1) + W (W_1)$$

$$100.866 (0.7733) + 1000 (1) = 1000 (1) + 100.866 (W_1)$$

$$77.999 + 1000 = 1000 + 100.866 (V_1)$$

$$W_1 = \frac{1077.999 - 1000}{100.866}$$

$$W_1 = 0.7733 (100)$$

$$W_1 = 77.33 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$T (T_2) + U (U_2) = V (V_2) + W (W_2)$$

$$100.866 (0.2267) + 1000 (0) = 1000 (0) + 100.866 (W_2)$$

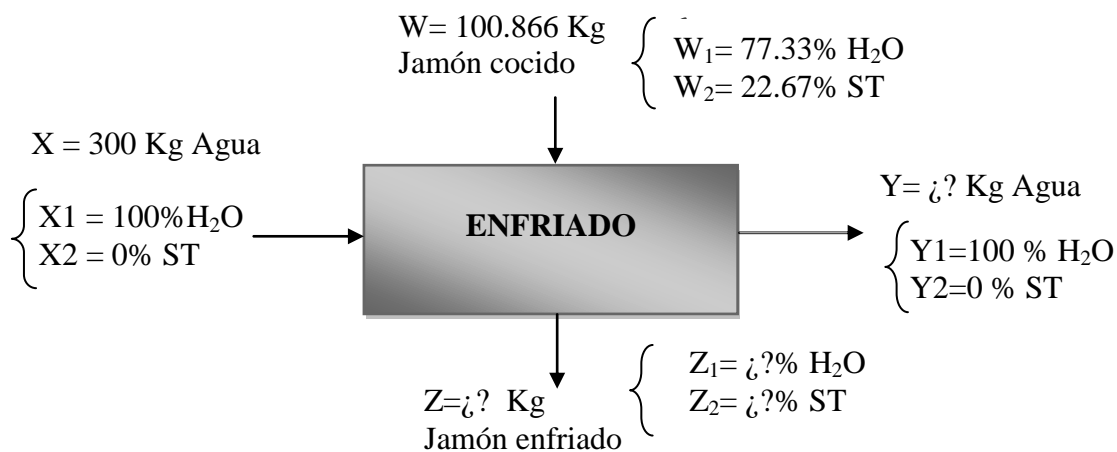
$$22.866 + 0 = 0 + 99.847 (V_2)$$

$$W_2 = \frac{22.866}{100.866}$$

$$W_2 = 0.2267 (100)$$

$$W_2 = 22.67 \% \text{ ST}$$

Enfriado del jamón



Dato experimental del cálculo de agua de entrada

$$X = 300 \text{ Kg Agua}$$

Cálculo del agua de salida

$$X = Y$$

$$Y = 300 \text{ Kg Agua}$$

Balance general

$$W + X = Y + Z$$

$$Z = W + X - Y$$

$$Z = (100.866 + 300) - 300$$

$$Z = 100.866 \text{ Kg de Jamón enfriado}$$

Balance parcial de agua

$$W (W_1) + X(X_1) = Y (Y_1) + Z(Z_1)$$

$$100.866 (0.7733) + 300 (1) = 300 (1) + 100.866 (Z_1)$$

$$77.999 + 300 = 300 + 100.866 (V_1)$$

$$Z_1 = \frac{77.999}{100.866}$$

$$Z_1 = 0.7733 (100)$$

$$Z_1 = 77.33 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$W (W_2) + X(X_2) = Y (Y_2) + Z (Z_2)$$

$$100.866 (0.2267) + 300 (0) = 300 (0) + 100.866 (Z_2)$$

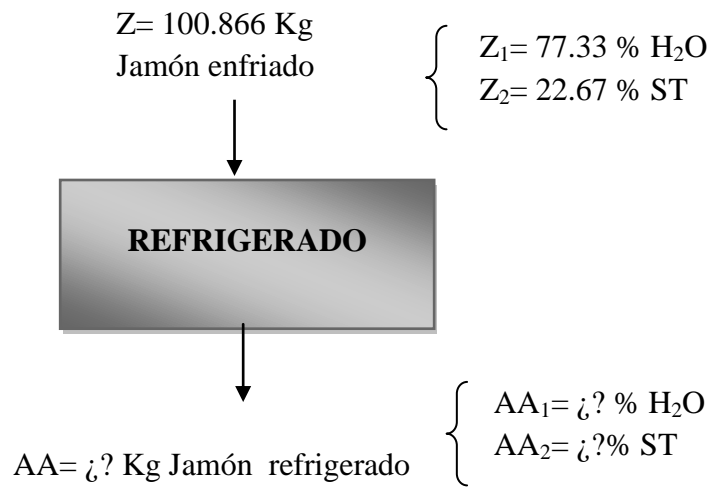
$$22.866 + 300 = 300 + 100.866 (Z_1)$$

$$Z_2 = \frac{22.866}{100.866}$$

$$Z_2 = 0.2267 (100)$$

$$Z_2 = 22.67 \% \text{ ST}$$

Refrigerado del jamón



Balance General

$$Z = AA$$

$$AA = 100.866 \text{ Kg de jamón refrigerado}$$

Balance parcial de agua

$$Z (Z_1) = AA (AA_1)$$

$$100.866 (0.7733) = 100.866 (AA_1)$$

$$AA_1 = 0.7733 (100)$$

$$AA_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

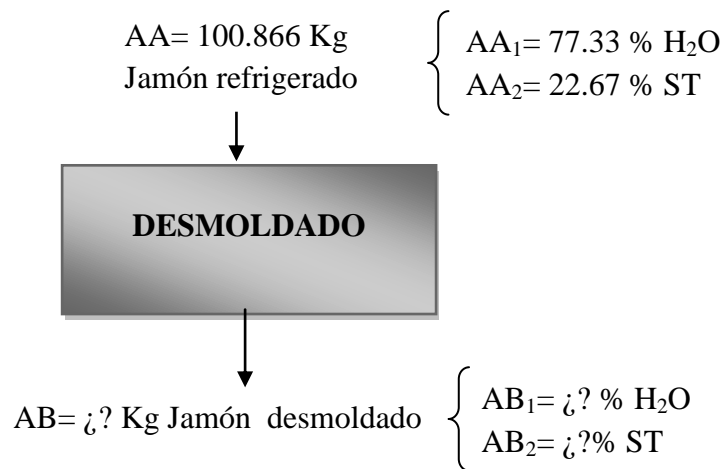
$$Z (Z_2) = AA (AA_2)$$

$$100.866 (0.2267) = 100.866 (AA_2)$$

$$AA_2 = 0.2267 (100)$$

$$AA_2 = 22.67 \% \text{ ST}$$

Desmoldado del jamón



Balance General

$$AA = AB$$

$$AB = 100.866 \text{ Kg de jamón desmoldado}$$

Balance parcial de agua

$$AA (AA_1) = AB (AB_1)$$

$$100.866 (0.7733) = 100.866 (AB_1)$$

$$AB_1 = 0.7733 (100)$$

$$AB_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

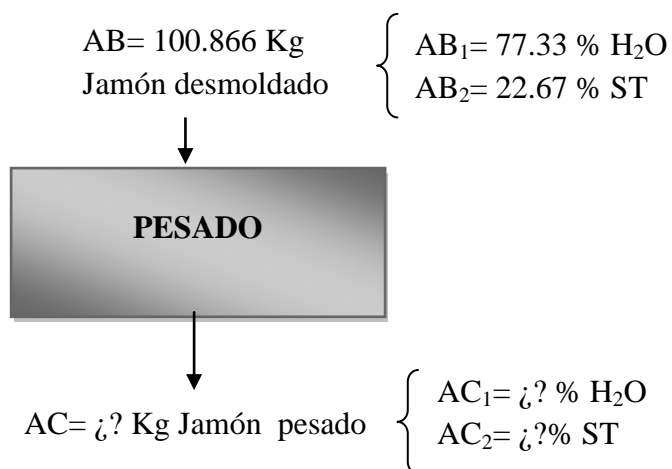
$$AA (AA_2) = AB (AB_2)$$

$$100.866 (0.2267) = 100.866 (AB_2)$$

$$AB_2 = 0.2267 (100)$$

$$AB_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Pesado del jamón



Balance General

$$AB = AC$$

$$AC = 100.866 \text{ Kg de jamón pesado}$$

Balance parcial de agua

$$AB (AB_1) = AC (AC_1)$$

$$100.866 (0.7733) = 100.866 (AC_1)$$

$$AC_1 = 0.7733 (100)$$

$$AC_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

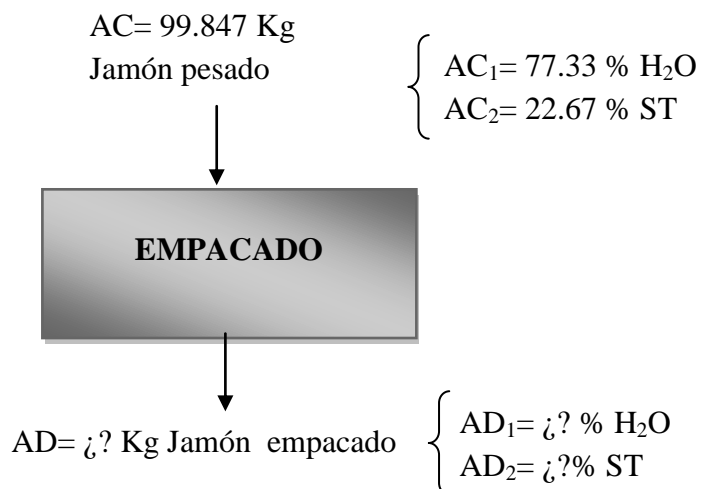
$$AB (AB_2) = AC (AC_2)$$

$$100.866 (0.2267) = 100.866 (AC_2)$$

$$AC_2 = 0.2267 (100)$$

$$AC_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Empacado del jamón



Balance General

$$AC = AD$$

$$AD = 100.866 \text{ Kg de jamón empacado}$$

Balance parcial de agua

$$AC (AC_1) = AD (AD_1)$$

$$100.866 (0.7733) = 100.866 (AD_1)$$

$$AD_1 = 0.7733 (100)$$

$$AD_1 = 77.33\% H_2O$$

Balance parcial de sólidos totales

$$AC (AC_2) = AD (AD_2)$$

$$100.866 (0.2267) = 100.866 (AD_2)$$

$$AD_2 = 0.2267 (100)$$

$$AD_2 = 22.67\% ST$$

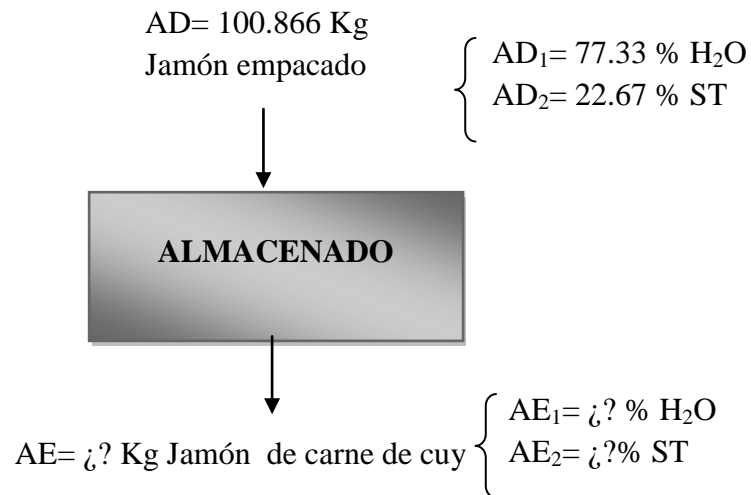
CANTIDAD DE EMPAQUES

$$\text{Peso} = 100.866 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso por presentación} = 250 \text{ gr}$$

100866 / 250

Jamones (250 gr) = 403

Almacenado del jamón**Balance General**

$$AD = AE$$

$$AE = 100.866 \text{ Kg de Jamón de carne de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$AD (AD_1) = AE (AE_1)$$

$$100.866 (0.7733) = 100.866 (AE_1)$$

$$AE_1 = 0.7733 (100)$$

$$AE_1 = 77.33\% H_2O$$

Balance parcial de sólidos totales

$$AD (AD_2) = AE (AE_2)$$

$$100.866 (0.2267) = 100.866 (AE_2)$$

$$AE_2 = 0.2267 (100)$$

$$AE_2 = 22.67\% ST$$

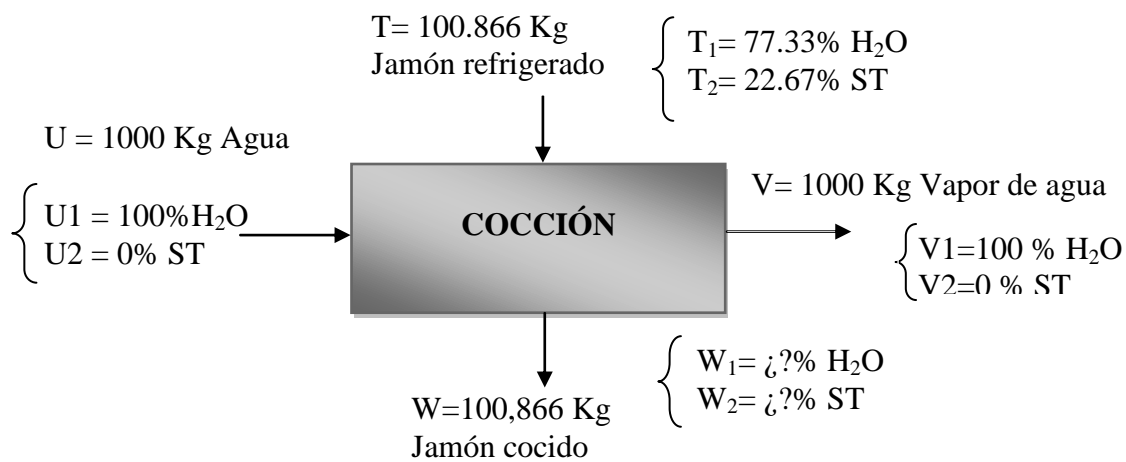
4.9. Balance de energía del proceso de cocción de jamón de cuy

Gráfico N° 15
Tina de cocción a vapor



Fuente: Galería Industrias CI Talsa

*A nivel industrial la cocción de mortadelas, salchichas, jamón y embutidos de pasta fina se realiza en un medio acuoso, utilizando tinas de cocción a vapor elaboradas con acero inoxidable.



Calor específico del jamón de cuy

Datos:

% Humedad = 77.33 %

% sólidos = 22.67 %

$C_{p\text{agua}} (70^\circ\text{C}) = 4.190 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$ (Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Tabla C8)

$C_{p\text{Sólido}} = 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

$$C_{p\text{jamón}} = \frac{MH_2O}{M} * C_{pH_2O} + \frac{Msólido}{M} C_{p\text{Sólido}}$$

$$C_{p\text{jamón}} = 0.773 * 4.190 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} + 0.2267 * 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{jamón}} = 3.551 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

Cálculo de calor requerido para la cocción del jamón de cuy

Datos:

$M = 100,866 \text{ kg} / 2 \text{ h}$

$C_{p\text{jamón}} = 3.551 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

$\Delta T = (70 - 15) ^\circ\text{C}$

$$Q_s = M * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = 100,866 \frac{\text{Kg}}{2\text{h}} * 3.551 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (70 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 9849,81 \text{ KJ}$$

Calor requerido para el agua (donde se cocina el jamón)

Datos:

$M \text{ agua} = 1000 \text{ kg} / 2 \text{ h}$

$C_{p\text{agua}} (75^\circ\text{C}) = 4.193 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$ (Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Tabla C8)

$$\Delta T = (75 - 24) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = M * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = 1000 \frac{\text{Kg}}{2h} * 4.193 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (75 - 24) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 106921.5 \text{KJ}$$

$$Q_g = Q_{\text{jamón}} + Q_{\text{agua}}$$

$$Q_g = 106921.5 + 9849,81 \frac{\text{KJ}}{h}$$

$$Q_g = 116770,31 \frac{\text{KJ}}{h}$$

$$\text{Hg Vapor } 140^\circ\text{C} = 2733,9 \text{ KJ/Kg}$$

(Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Tabla B-1)

$$Q_p = Q_g$$

$$Q_g = \text{Masa Vapor} * \text{Hg vapor}$$

$$\text{Masa Vapor} = 116770,31 \frac{\text{KJ}}{h} / 2733,9 \text{ KJ/Kg}$$

$$\text{Masa de Vapor} = 42,71 \text{ Kg}$$

Para transferir la cantidad de calor estimada anteriormente es necesario 42.71 Kg /h de vapor, pues la cocción a nivel industrial se desarrolla en tinas de acero industriales.

4.9.1. Dimensionamiento de la tina de cocción para jamón

Gráfico N° 16
Dimensionamiento de la tina de cocción



Elaborado por: Matute Liz

DATOS DE JAMÓN

Masa = 100.866 Kg

Densidad = 1046 Kg/m³

Moldes de Jamón = 100

DATOS AGUA (25°C)

Densidad = 999.5 Kg/m³

Masa = 1000 Kg

Volumen de jamón

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

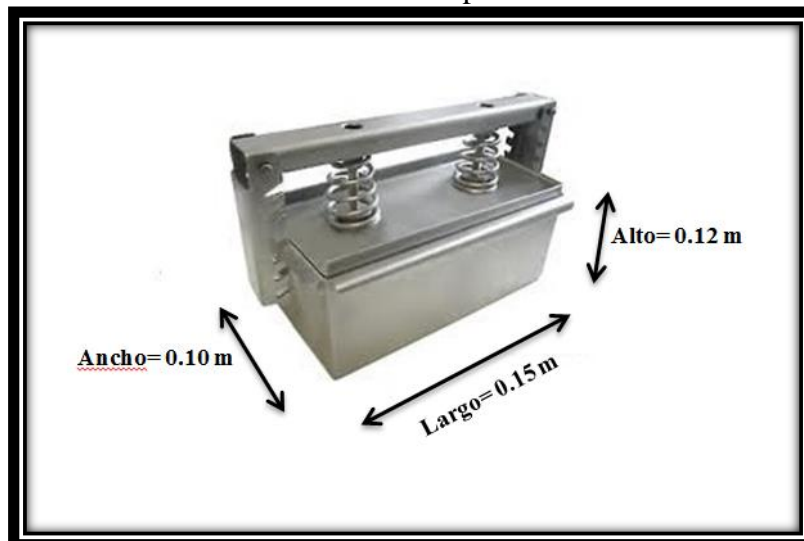
$$v = \frac{100.866 \text{ kg}}{1046 \text{ Kg/m}^3}$$

$$v = 0.0964 \text{ m}^3$$

Volumen de prensas de jamón

$$\text{Vol} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{alto}$$

Gráfico N° 17
Medidas de las prensas



Elaborado por: Matute Liz

$$\text{Vol} = 0.15\text{m} * 0.10\text{m} * 0.12\text{m}$$

$$V = 0.0018 \text{ m}^3 \text{ c/u} * 100 = 0.18 \text{ m}^3$$

Volumen agua a 25 °C

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{1000 \text{ kg}}{999.5 \text{ Kg/m}^3}$$

$$v = 1.0005 \text{ m}^3$$

Volumen total

$$VT = 1.0005 + 0.18$$

$$VT = 1.1805 \text{ m}^3$$

Dimensiones del equipo

$$V = a * L * h$$

$$1.1805 \text{ m}^3 = a * 2a * a/2$$

$$1.1805 * 2 = 2a^3$$

$$2.37 / 2 = a^3$$

$$a = \sqrt[3]{1.1805 \text{ m}^3}$$

$$a = 1.0569 \text{ m}$$

Largo

$$L = 2a$$

$$L = 2(1.06\text{m})$$

$$L = 2.1138 \text{ m}$$

Altura 1

$$(h) = a/2$$

$$(h) = 1.06 / 2$$

$$h_1 = 0.5285 \text{ m}$$

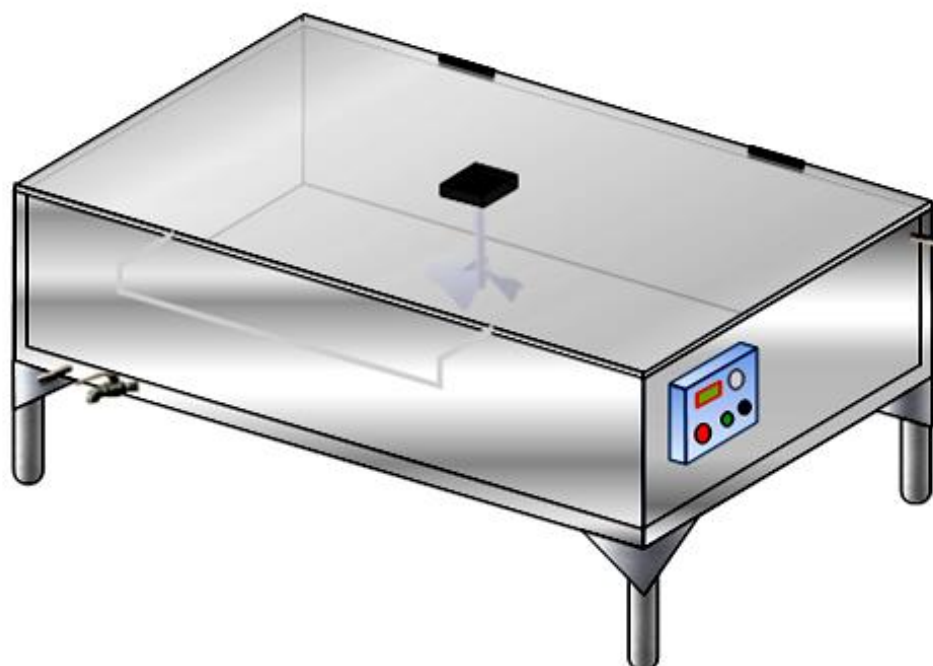
Altura 2

$$h_2 = h_1 + h \text{ base de tina}$$

$$h_2 = 0.5285 + 0.052$$

$$h_2 = 0.5805 \text{ m}$$

4.10. Diseño del equipo (Tina de cocción)



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Matute R. Liz

Dibujó: Matute R. Liz

Aprobó: Ing. Gutiérrez

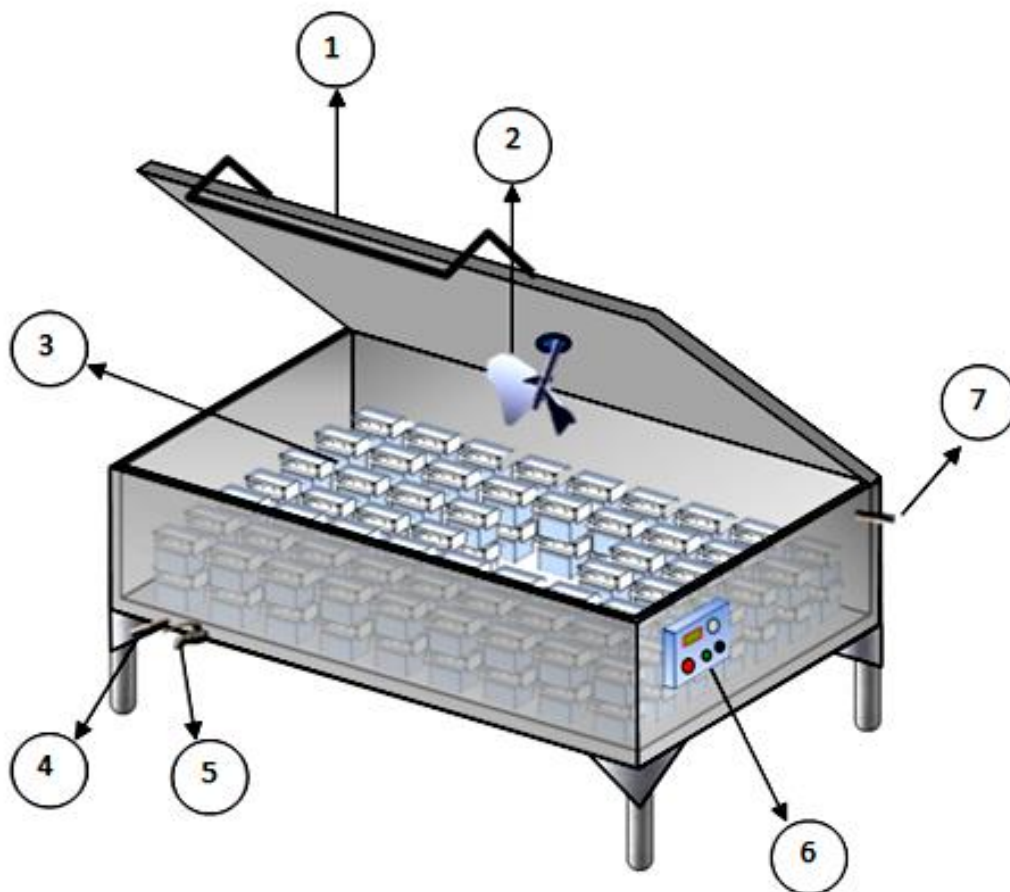
TINA DE COCCIÓN

Fecha: Abril 2014

Escala: 1:25

Plano: 1

Diseño del equipo (Tina de cocción)



Simbología:

1. Tapa 2. Paletas 3. Prensas 4. Entrada de vapor 5. Salida de agua del vapor 6. Panel de control 7. Salida de vapor

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Matute R. Liz

Dibujó: Matute R. Liz

Aprobó: Ing. Gutiérrez

ESTRUCTURA TINA DE COCCIÓN

Fecha: Abril 2014

Escala: 1:25 (cm)

Plano: 2

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al dar por finalizado el presente proyecto de investigación se concluye que:

- ◆ La carne de cuy tiene un contenido de humedad del 76.48 %, un contenido de proteína del 17.73 %, y un bajo contenido de grasa que depende básicamente de la alimentación y raza del animal obteniendo un resultado del 4.39 %. Influyendo significativamente su contenido nutricional en el producto final.
- ◆ Mediante la aplicación de las diferentes interacciones de tiempo y temperatura de cocción y el diseño experimental completamente al azar y finalmente aplicando la respectiva encuesta por catación a la población de estudiantes de la Carrera de Agroindustrias se concluye que el tiempo y temperatura óptimos de cocción para la elaboración de jamón de carne de cuy son de 2 h a 70 °C respectivamente.
- ◆ El contenido nutricional en cuanto al jamón tiene un 17.01 % de proteína, 3.72 % en su contenido graso, alcanzando el objetivo propuesto de obtener un embutido altamente nutritivo en cuanto a un elevado contenido proteico y bajo contenido de grasa.
- ◆ Al realizar las pruebas microbiológicas del jamón en cuanto a presencia o ausencia de Escherichia Coli y Salmonella, dan como resultado un producto que si cumple con el criterio microbiológico establecido en la norma referencial comparativa NTE INEN 1338: 2012. Carne y productos cárnicos.

- ◆ La aplicación de la encuesta a la población, para medir el nivel de aceptación y su posterior tabulación indicó que la mejor interacción corresponde a la aplicación de 70 °C por 2 h, durante el proceso de cocción del jamón.
- ◆ El rendimiento del proceso de elaboración del jamón a base de carne de cuy es del 47.96 %.
- ◆ El costo de un jamón de 250 gramos y empacado al vacío es de \$ 4.49 (cuatro dólares con cuarenta y nueve centavos).
- ◆ Mediante la realización del balance de energía de la tina de cocción, equipo que fue empleado en el proceso de elaboración del jamón a nivel de planta piloto, se determinó que el vapor requerido para el proceso de cocción es de 42.71 Kg/h y que el porcentaje de eficiencia del proceso es del 91.14 %.

5.2. Recomendaciones

Al concluir el presente proyecto de grado se recomienda que:

- ◆ Es de vital importancia la aplicación durante todo el proceso de las buenas prácticas de manufactura (BPM), que corresponde a la utilización de la indumentaria propia de este tipo de procesos alimenticios y la utilización obligatoria de equipos de acero inoxidable y con su debida desinfección, de tal manera que no altere la calidad del producto y por ende la salud del consumidor.
- ◆ Al tratarse de un animal con extremidades muy pequeñas y de huesos diminutos y frágiles, se debe tener extremo cuidado al momento de la extracción de la carne, para de esta manera evitar ingresar al proceso de la elaboración de jamón cuerpos extraños que alteren la textura final del producto.

- ◆ Es aconsejable regirse a los tiempos y temperaturas determinados para el proceso y ser exactos en su aplicación, para poder identificar las diferencias entre tratamientos y conseguir que la proteína no se desnaturalice innecesariamente.

- ◆ En la formulación de cualquier producto alimenticio debemos como personas calificadas y preparadas ser enormemente responsables para evitar alterar el producto final y garantizar el bienestar de quienes lo consuman.

- ◆ Promover el consumo de la carne de cuy y sus derivados, teniendo en consideración que se trata de un alimento cárnico de elevado contenido nutricional, y que gracias a ello se encuentra entre las carnes más sanas de consumo humano por sus niveles elevados de proteína y bajos en contenido graso.

- ◆ Se recomienda ampliar este tema de investigación en cuanto al tiempo de vida útil del jamón según distintas formulaciones de los conservantes, o con diferentes técnicas de conservación, tomando en cuenta el uso no exagerado de los aditivos a emplearse y que puedan ser perjudiciales para la salud del consumidor.

- ◆ En un posterior proyecto analizar la influencia en el contenido nutricional del producto final según el empleo de los 4 tipos de cuyes que existen en el medio.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. A. P. P. A. (2003). *Introducción a la tecnología de alimentos*. Editorial Limusa.
2. Aa.vv. (2008). *Estadísticas para las Ciencias Agropecuarias*.
3. Alarcón, R. González, J. Ochoa, O. Rivera, J. Roing, C. (2003). *Cocineros. Temario General Para Oposiciones*. Editorial MAD-Eduforma.
4. Alvarado J. (2009). *Principios de Ingeniería aplicados a alimentos*. 2009 Ambato-Ecuador
5. Amerling, C. (2001). *Tecnología de la carne: antología*. Editorial Euned.
6. Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia S.A.
7. Badger , Banchemo, (1986). *Introducción a la Ingeniería Química*.New York
8. Barros Santos, C. (2008). *Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación*. Editorial Visión Libros.
9. Batty, C. Folkman, S. (1983). *Fundamentos de la ingeniería de alimentos*.
10. Biblioteca La Chacra, (1986). *Producción y crianza del cuy*. Lima-Perú. Editorial Mercurio S.A.
11. Buffa, W. (2003). *Física*.
12. Carballo, B. López, de Torre G. Madrid, A. (2001). *Tecnología de la Carne y de Los Productos Cárnicos*. Ediciones Mundi-Prensa.
13. Caravaca Rodríguez. (2003). *Bases de la Producción Animal*. Madrid. Bajo el permiso de Universidad de Sevilla.
14. Chauca de Zaldívar, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. FAO. Perú.
15. Guerrero, I. Arteaga, M. (1900). *Tecnología de carnes: Elaboración y preservación de productos cárnicos*. México D.F. Editorial trillas S.A. de C.V.
16. Gil Hernández, A. (2010). *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Madrid. Editorial Médica Panamericana.
17. Hernández, Rodríguez M. Sastre Gallego, A. (1999). *Tratado de nutrición*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos.
18. Novillo Maldonado, M. (2012). *Nutricionista Hospital San Rafael del Valle de los Chillos*.
19. Magap 2013

20. Olea, M., López, M., López, E., (2012). *Aspectos bromatológicos de conservantes y colorantes: Toxicología alimentaria*. Madrid- España. Ediciones Díaz de Santos
21. Osorio, O. (1987). *Métodos Estadísticos Aplicados a la Investigación Agrícola*. Tegucigalpa - Honduras.
22. Pascual, A. M. Calderón y Pascual, V. (1999). *Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos.
23. Patiño, A. (2000). *Introducción a la ingeniería química: balances de masa y energía. Tomo I*. MEXICO.
24. Perry J. (1992). *Manual del Ingeniero Químico*, MADRID.
25. Ranken, M. (2003). *Manual de industrias de la carne*. Madrid-España. Mundi-Prensa Libros.
26. Rodríguez Rivera, V. *Bases de la Alimentación Humana*. (2008). Madrid- España. Editorial Netbiblo S.L.
27. Ragatz R. (1982). *Balances de materia y energía*.
28. Romero, A. Jiménez, A. (2004). *Guía de equipos básicos para el procesamiento agroindustrial rural*. Bogotá. Convenio Andrés Bello.
29. Sánchez, M. y Pineda de las Infantas. (2003). *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*. EDITORIAL Mundi-Prensa.
30. Tortora, G. Berdell, Funke, C. Case C. (2007). *Introducción a la microbiología*. Buenos Aires-Argentina. Ed. Médica Panamericana.
31. Tovar Rojas, A. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos*. Editorial Siglo Del Hombre Editores S.A.

Anexo

Anexo A. Análisis bromatológicos del jamón (cada repetición)**RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tratamiento	Interacción	R1	R2	R3
1	A1B1	75.39	76.06	76.15
2	A1B2	77.22	76.63	77.18
3	A1B3	78.55	79.34	79.24
4	A2B1	76.05	75.79	75.79
5	A2B2	78.55	78.91	84.64
6	A2B3	81.20	80.26	80.98
7	A3B1	76.40	75.98	76.85
8	A3B2	77.78	77.72	77.03
9	A3B3	75.75	75.67	75.06

RESULTADOS DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA

Tratamiento	Interacción	R1	R2	R3
1	A1B1	17.37	17.01	16.66
2	A1B2	14.92	15.45	15.12
3	A1B3	13.35	12.72	13.08
4	A2B1	16.44	15.74	16.15
5	A2B2	14.05	13.56	10.21
6	A2B3	11.68	12.33	12.02
7	A3B1	15.86	15.97	15.95
8	A3B2	13.86	13.70	14.38
9	A3B3	15.13	15.07	15.47

RESULTADOS DEL CONTENIDO DE GRASA

Tratamiento	Interacción	R1	R2	R3
1	A1B1	3.77	3.39	3.99
2	A1B2	4.01	3.84	4.07
3	A1B3	4.98	4.99	4.72
4	A2B1	4.11	3.97	4.02
5	A2B2	3.82	3.88	2.80
6	A2B3	3.39	3.40	3.66
7	A3B1	3.96	4.26	3.74
8	A3B2	4.06	4.34	4.52
9	A3B3	4.09	3.77	3.98

RESULTADOS DEL CONTENIDO DE CENIZA

Tratamiento	Interacción	R1	R2	R3
1	A1B1	3.00	3.02	2.86
2	A1B2	2.86	3.03	2.94
3	A1B3	3.01	2.87	2.88
4	A2B1	3.04	2.67	2.71
5	A2B2	2.80	2.72	1.95
6	A2B3	2.52	3.12	2.76
7	A3B1	3.08	3.08	2.97
8	A3B2	2.87	2.81	2.92
9	A3B3	2.68	2.89	2.71

RESULTADOS DEL CONTENIDO DE E.L.N.N. OTROS

Tratamiento	Interacción	R1	R2	R3
1	A1B1	0.47	0.52	0.34
2	A1B2	0.98	1.04	0.69
3	A1B3	0.11	0.07	0.09
4	A2B1	0.36	1.83	1.32
5	A2B2	0.78	0.93	0.40
6	A2B3	1.22	0.89	0.58
7	A3B1	0.71	0.71	0.49
8	A3B2	1.43	1.43	1.14
9	A3B3	0.11	0.07	0.09

Anexo B. Resultados bromatológicos del jamón de cuy (promedios)

Tratamiento 70 °C por 2 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
75,87	17,01	3,72	2,96	0,44

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 70 °C por 2.5 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
75,88	16,11	4,03	2,81	1,17

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 70 °C por 3 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
76,41	15,93	3,99	3,04	0,64

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 75 °C por 2 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
77,01	15,16	3,97	2,94	0,90

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 75 °C por 2.5 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
80,70	12,61	3,50	2,49	0,70

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 75 °C por 3 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
77,51	13,98	4,31	2,87	1,33

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 80 °C por 2 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
79,04	13,05	4,90	2,92	0,09

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 80 °C por 2.5 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
80,81	12,01	3,48	2,80	0,90

Elaborado por: Agrolab/2013

Tratamiento 80 °C por 3 h

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	E.L.N.N. (%)
75,49	15,22	3,95	2,76	2,58

Elaborado por: Agrolab/2013

Anexo C. Análisis de varianza

◆ HUMEDAD

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RESULTADOS	27	0,8	0,71	1,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,58	8	12,82	8,94	0,0001
TEMPERATURA	33,92	2	16,96	11,82	0,0005
TIEMPO DE COCCIÓN	33,28	2	16,64	11,6	0,0006
TEMPERATURA*TIEMPO DE COCC..	35,38	4	8,85	6,17	0,0026
Error	25,82	18	1,43		
Total	128,4	26			

◆ PROTEÍNA

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RESULTADOS	27	0,88	0,82	5,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72,08	8	9,01	15,99	<0,0001
TEMPERATURA	44,1	2	22,05	39,13	<0,0001
TIEMPO DE COCCIÓN	13,22	2	6,61	11,73	0,0005
TEMPERATURA*TIEMPO DE COCC..	14,77	4	3,69	6,55	0,0019
Error	10,14	18	0,56		
Total	82,23	26			

◆ GRASA

Análisis de Varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RESULTADOS	27	0,77	0,67	6,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	4,49	8	0,56	7,49	0,0002	
TEMPERATURA	0,22	2	0,11	1,44	0,2625	
TIEMPO DE COCCIÓN	1,36	2	0,68	9,07	0,0019	
TEMPERATURA*TIEMPO DE COCC..	2,92	4	0,73	9,72	0,0002	
Error	1,35	18	0,07			
Total	5,84	26				

◆ CENIZA

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RESULTADOS	27	0,44	0,19	7,36

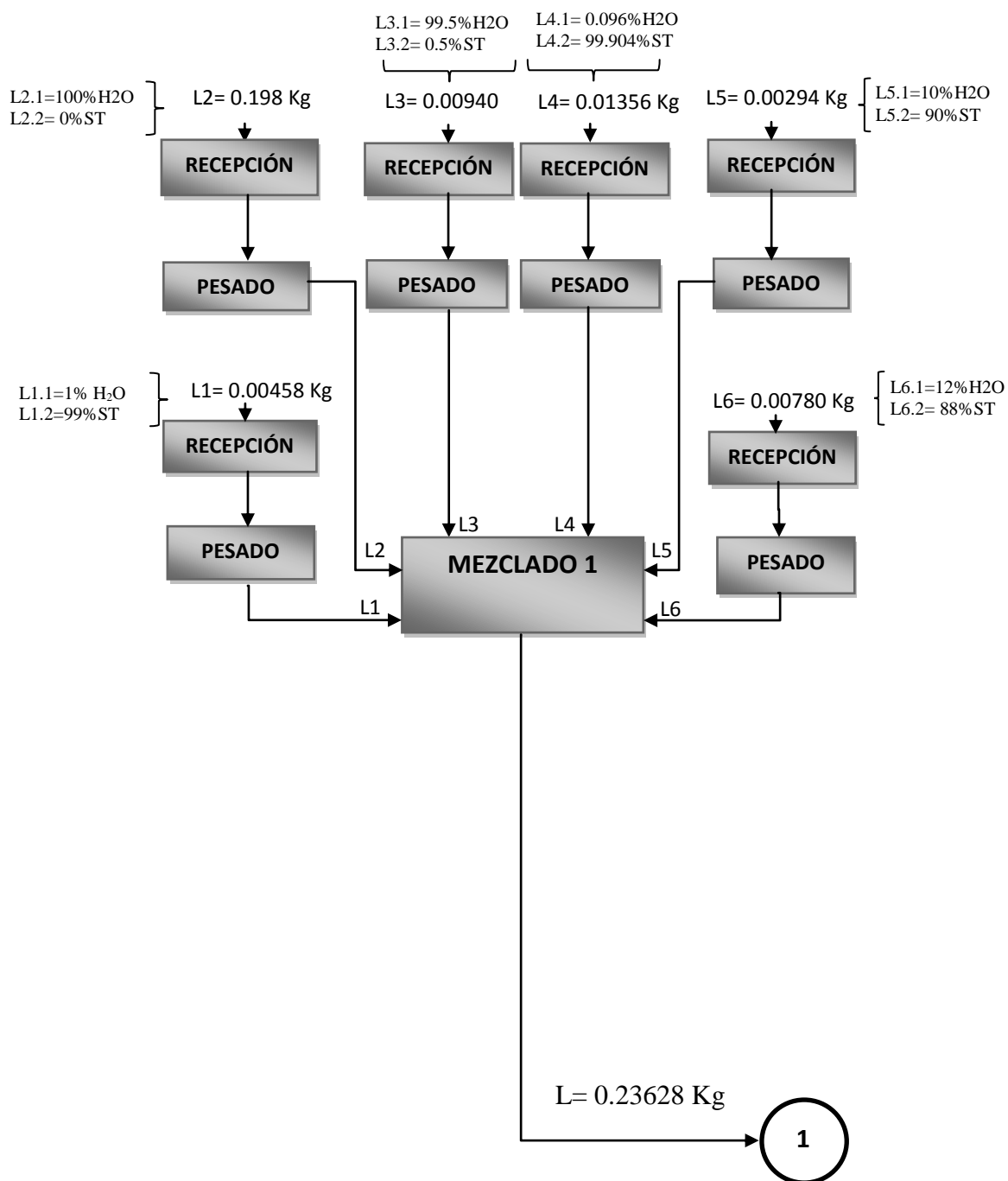
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0,62	8	0,08	1,76	0,1524	
TIEMPO DE COCCIÓN	0,29	2	0,15	3,35	0,0578	
TEMPERATURA	0,13	2	0,07	1,53	0,2435	
TIEMPO DE COCCIÓN*TEMPERAT..	0,19	4	0,05	1,07	0,3983	
Error	0,79	18	0,04			
Total	1,4	26				

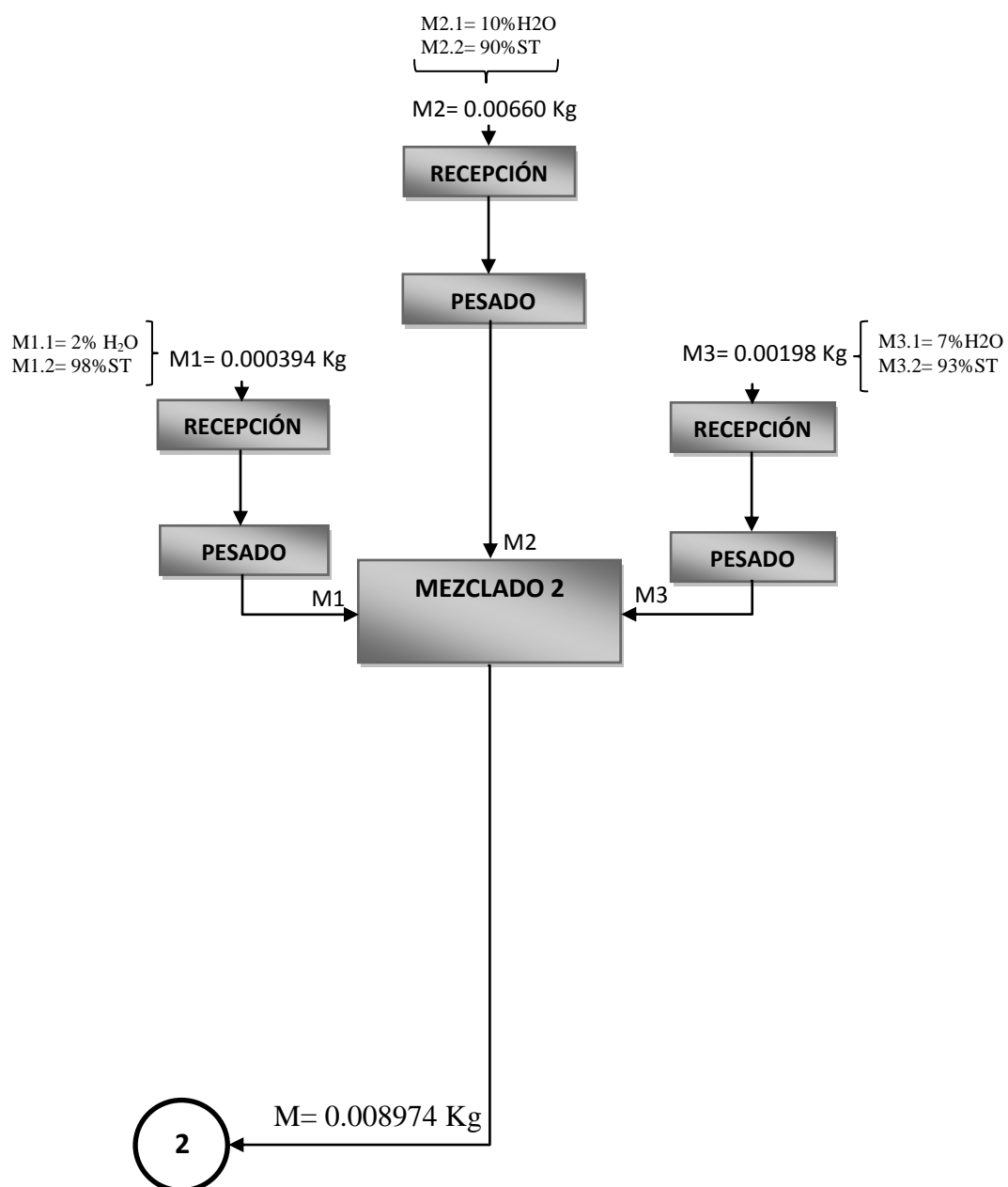
◆ **ELEMENTOS NO NITROGENADOS**

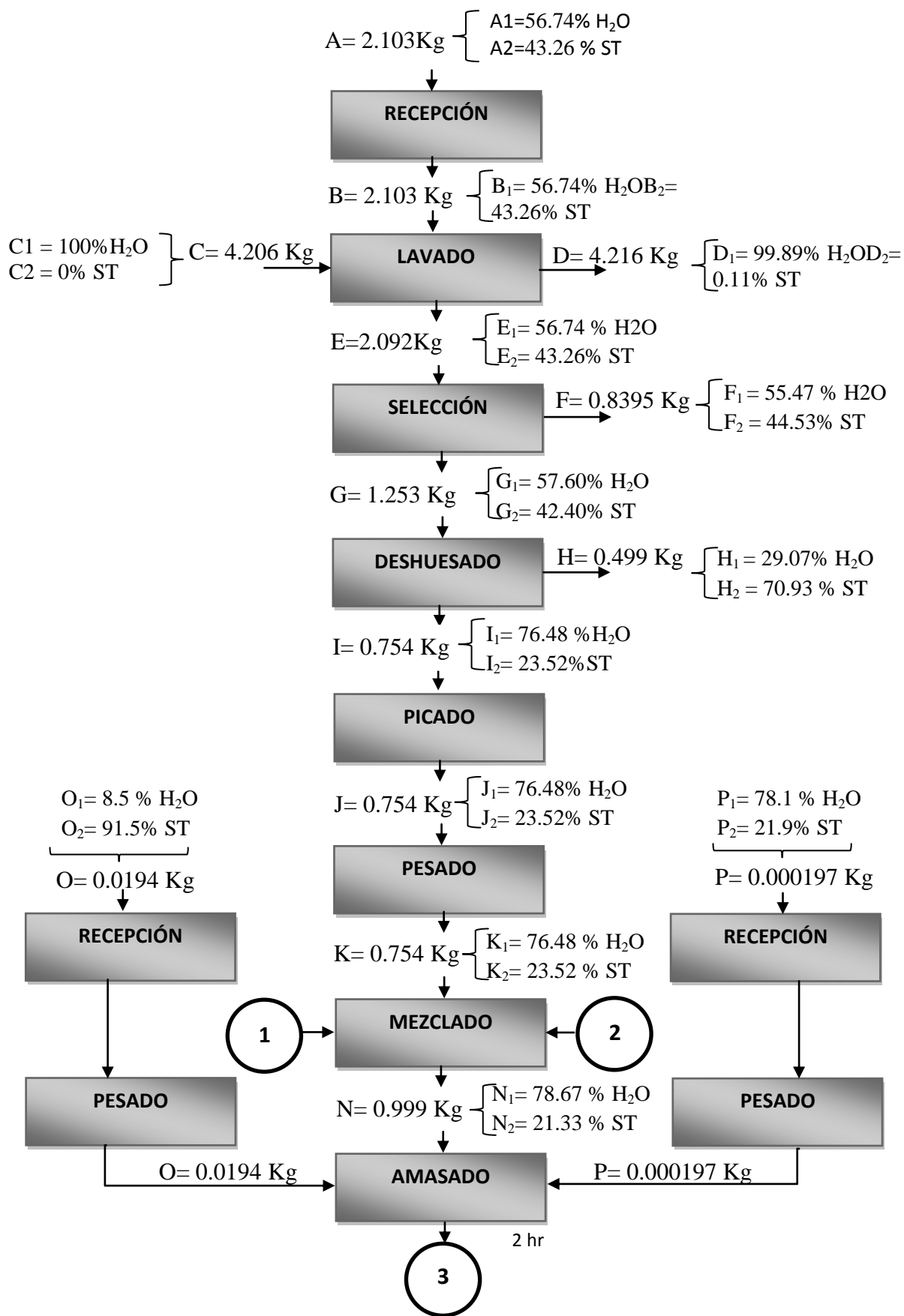
Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RESULTADOS	27	0,87	0,82	31,95

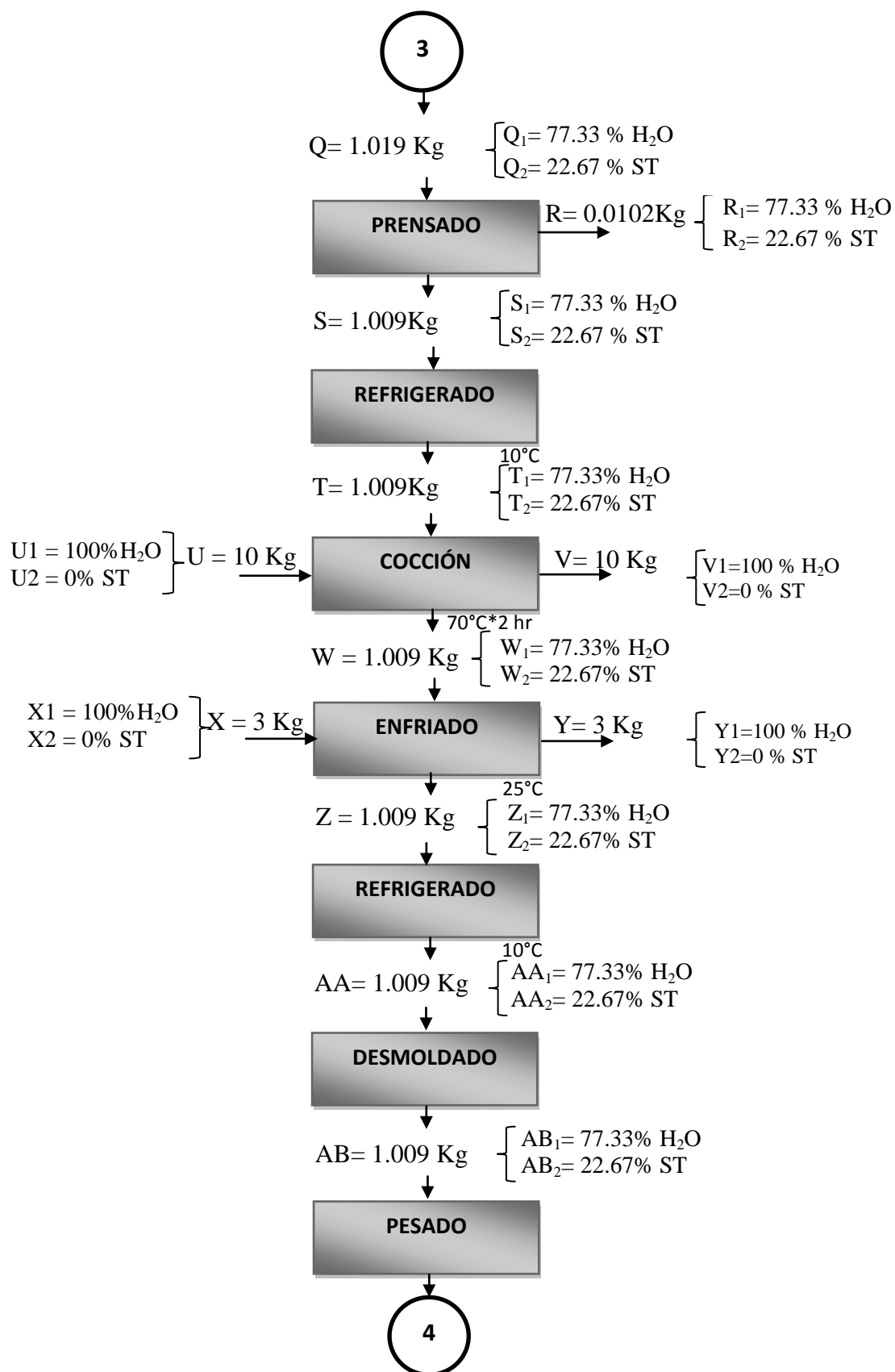
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	11,99	8	1,5	15,52	<0,0001	
TEMPERATURA	0,86	2	0,43	4,47	0,0265	
TIEMPO DE COCCIÓN	4,87	2	2,43	25,21	<0,0001	
TEMPERATURA*TIEMPO DE COCC..	6,26	4	1,56	16,21	<0,0001	
Error	1,74	18	0,1			
Total	13,73	26				

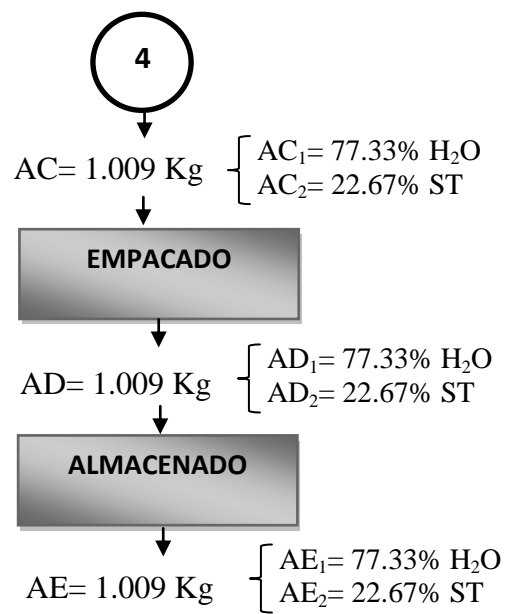
Anexo D. Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de jamón a base de carne de cuy a nivel de laboratorio





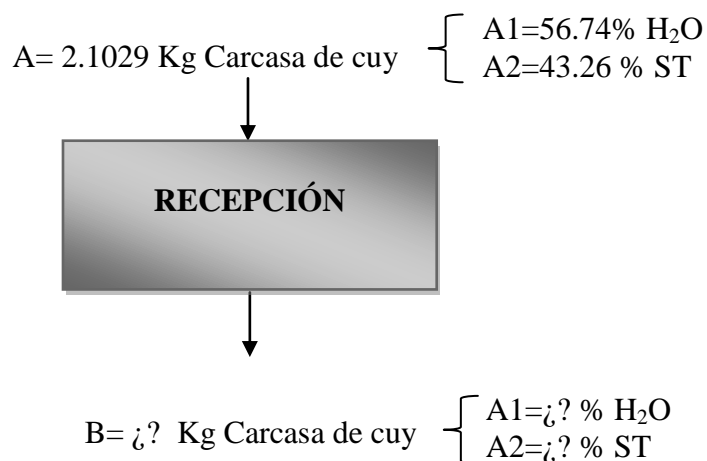






Anexo E. Balance de materia de la elaboración de jamón a base de carne de cuy a nivel de laboratorio

Recepción de carcasa de cuy



Balance general

$$A = B$$

$$B = 2.1029 \text{ Kg de carcasa de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$A (A_1) = B (B_1)$$

$$2.1029 (0.5674) = 2.1029 (B_1)$$

$$B_1 = 0.5674 (100)$$

$$B_1 = 56.74\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

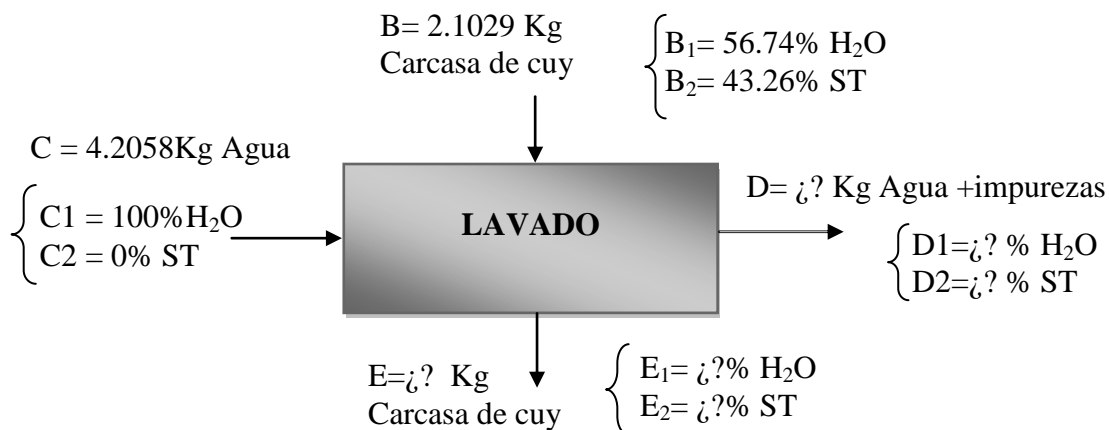
$$A (A_2) = B (B_2)$$

$$2.1029 (0.4326) = 2.1029 (B_2)$$

$$B_2 = 0.4326 (100)$$

$$B_2 = 43.26\% \text{ ST}$$

Lavado de carcasa de cuy



Dato experimental del cálculo de agua de entrada

$$C = 4.2058 \text{ Kg agua}$$

Cálculo del agua de salida

$$D = C + 0.5 \% B \text{ (impurezas)}$$

$$D = 4.2058 + 0.01051$$

$$D = 4.2163 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua del agua + impurezas

$$D(D_1) = C(C_1) + 0.5\% B (B_1)$$

$$4.2163(D_1) = 4.2058(1) + 0.5\% * 2.1029(0.5674)$$

$$4.2163 (D_1) = 4.2058 + 0.5966$$

$$D_1 = 0.9989 * 100$$

$$D_1 = 99.89\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales del agua + impurezas

$$D(D_2) = C(C_2) + 0.5\% B (B_2)$$

$$4.2163(D_2) = 4.2058(0) + 0.5\% * 2.1029(0.4326)$$

$$4.2163 (D_2) = 0 + 0.4548$$

$$D_2 = 0.0011 * 100$$

$$D_2 = 0.11\% \text{ ST}$$

Balance general

$$B + C = D + E$$

$$E = B + C - D$$

$$E = (2.1029 + 4.2058) - 4.2163$$

$$E = 2.0924 \text{ Kg de carcasa lavada}$$

Balance parcial de agua

$$B (B_1) + C (C_1) = D (D_1) + E (E_1)$$

$$2.1029 (0.5674) + 4.2058 (1) = 4.2163 (0.9989) + 2.0924 (E_1)$$

$$1.1932 + 4.2058 = 4.2117 + 2.0924 (E_1)$$

$$E_1 = \frac{5.399 - 4.2117}{2.0924}$$

$$E_1 = 0.5674 (100)$$

$$E_1 = 56.74\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$B (B_2) + C (C_2) = D (D_2) + E (E_2)$$

$$2.1029(0.4326) + 4.2058(0) = 4.2163 (0.0011) + 2.0924 (E_2)$$

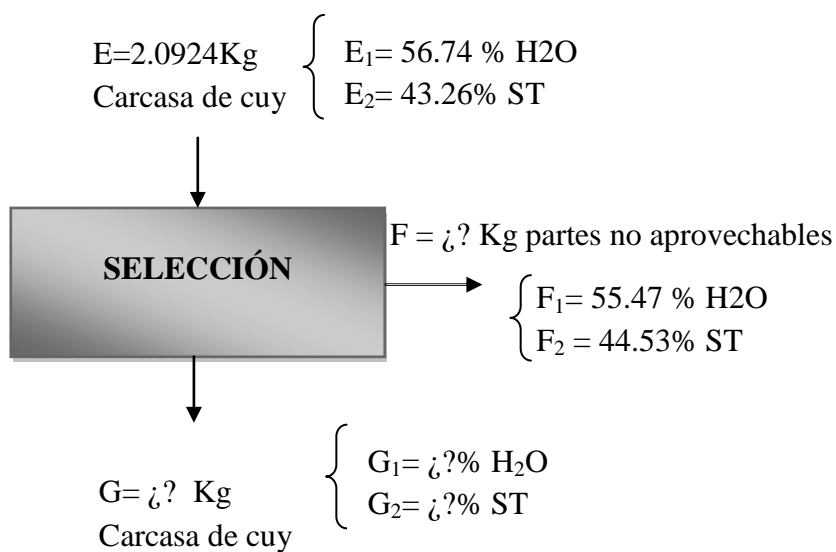
$$0.9098 + 0 = 0.004638 + 2.0924 (E_2)$$

$$E_2 = \frac{0.9098 - 0.004638}{2.0924}$$

$$E_2 = 0.4326 (100)$$

$$E_2 = 43.26\% \text{ ST}$$

Selección de carcasa de cuy



Dato experimental

$$F = 40.12 \% E$$

Cálculo de Kg de partes no aprovechables

$$F = 40.12 \% (E)$$

$$F = 40.12 \% (2.0924)$$

$$F = 0.8395 \text{ Kg}$$

Balance general

$$E = F + G$$

$$G = E - F$$

$$G = 2.0924 - 0.8395$$

$$G = 1.2529 \text{ Kg carcasa de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$E (E_1) = F (F_1) + G (G_1)$$

$$2.0924 (0.5674) = 0.8395 (0.5547) + 1.2529 (G_1)$$

$$1.1873 - 0.4656 = 1.2529(G_1)$$

$$G_1 = \frac{0.7217}{1.2529}$$

$$G_1 = 0.5760 \text{ (100)}$$

$$G_1 = 57.60 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$E (E_2) = F (F_2) + G (G_2)$$

$$2.0924 (0.4326) = 0.8395 (0.4453) + 1.2529 (G_2)$$

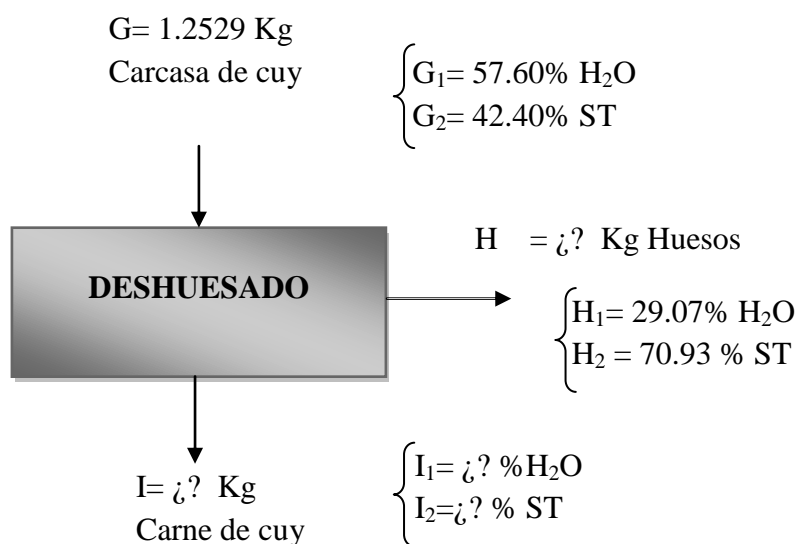
$$0.9052 - 0.3738 = 1.2529 (G_2)$$

$$G_2 = \frac{0.5313}{1.2529}$$

$$G_2 = 0.4240 \text{ (100)}$$

$$G_2 = 42.40 \% \text{ ST}$$

Deshuesado de carcasa de cuy



$\left\{ \begin{array}{l} G_1 = 57.60\% \text{ H}_2\text{O} \\ G_2 = 42.40\% \text{ ST} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = ? \% \text{ H}_2\text{O} \\ I_2 = ? \% \text{ ST} \end{array} \right.$

Dato experimental

$$H = 39.82 \% \text{ B}$$

Cálculo de impurezas

$$H = 39.82\% (G)$$

$$H = 39.82\% (1.2529)$$

$$H = 0.4989 \text{ Kg}$$

Balance general

$$G = H + I$$

$$I = G - H$$

$$I = 1.2529 - 0.4989$$

$$I = 0.7540 \text{ Kg de carne de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$G (G_1) = H (H_1) + I (I_1)$$

$$1.2529(0.576) = 0.4989 (0.2907) + 0.7540 (I_1)$$

$$0.7217 - 0.1450 = 0.7540 (I_1)$$

$$I_1 = \frac{0.5767}{0.7540}$$

$$I_1 = 0.7648 (100)$$

$$I_1 = 76.48 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$G (G_2) = H (H_2) + I (I_2)$$

$$1.2529(0.424) = 0.4989 (0.7093) + 0.7540 (I_2)$$

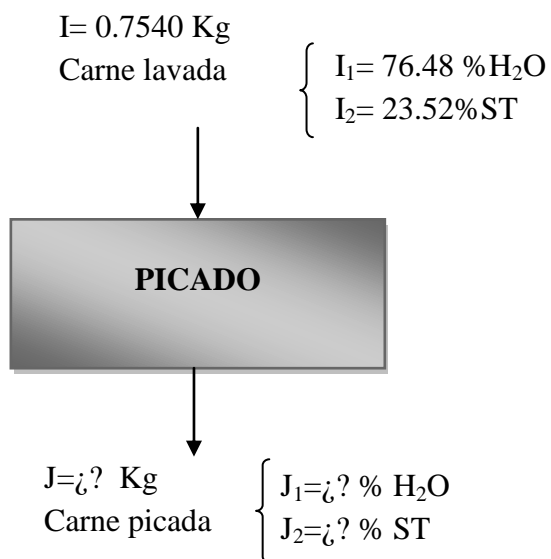
$$0.5312 - 0.3539 = 0.7540 (I_2)$$

$$I_2 = \frac{0.1773}{0.7540}$$

$$I_2 = 0.2352 (100)$$

$$I_2 = 23.52 \% \text{ ST}$$

Picado de la carne de cuy



Balance General

$$I = J$$

$$J = 0.754 \text{ Kg de carne picada}$$

Balance parcial de agua

$$I (I_1) = J (J_1)$$

$$0.754 (0.7648) = 0.754 (J_1)$$

$$J_1 = 0.7648 (100)$$

$$J_1 = 76.48\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

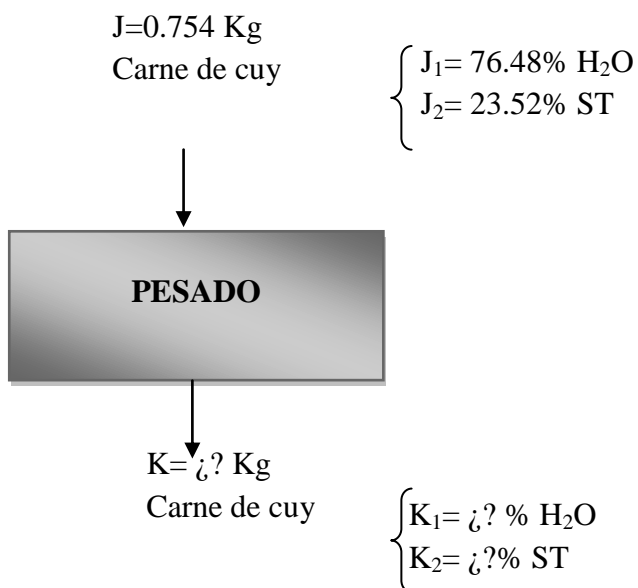
$$I (I_2) = J (J_2)$$

$$0.754 (0.2352) = 0.754 (J_2)$$

$$J_2 = 0.2352 (100)$$

$$J_2 = 23.52\% \text{ ST}$$

Pesado de carne de cuy



Balance General

$$J = K$$

$$K = 0.754 \text{ Kg de carne de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$J (J_1) = K (K_1)$$

$$0.754 (0.7648) = 0.754 (K_1)$$

$$K_1 = 0.7648 (100)$$

$$K_1 = 76.48\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

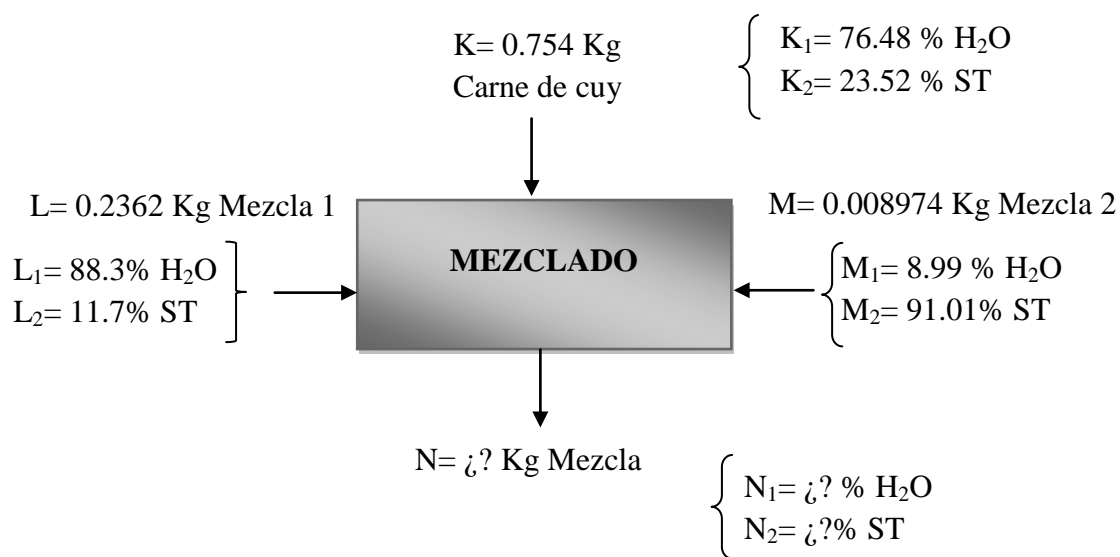
$$J (J_2) = K (K_2)$$

$$0.754 (0.2352) = 0.754 (K_2)$$

$$K_2 = 0.2352 (100)$$

$$K_2 = 23.52\% \text{ ST}$$

Mezclado de carne de cuy y aditivos



Balance General

$$N = K + L + M$$

$$N = 0.9992 \text{ Kg de mezcla}$$

Balance parcial de agua

$$N(N_1) = K(K_1) + L(L_1) + M(M_1)$$

$$0.9992(N_1) = 0.754(0.7648) + 0.2362(0.883) + 0.008974(0.0899)$$

$$0.9992(N_1) = 0.5766 + 0.2086 + 0.000807$$

$$N_1 = 0.7867 (100)$$

$$N_1 = 78.67\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

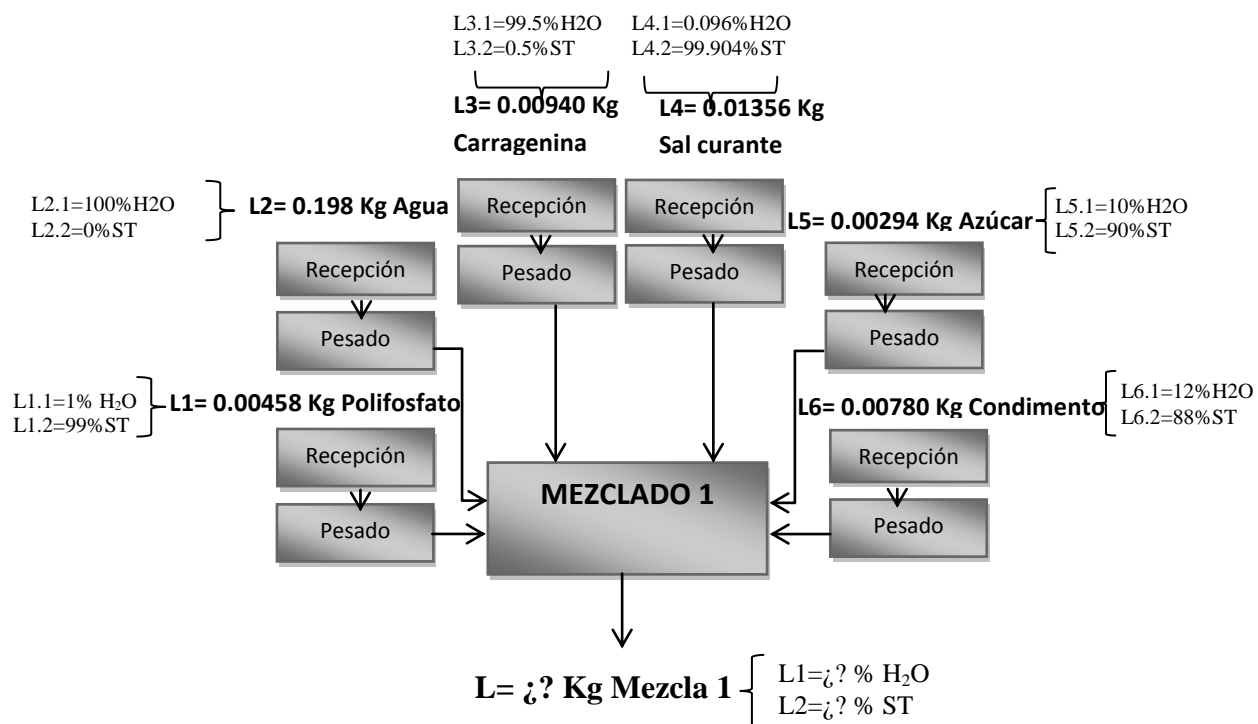
$$N(N_2) = K(K_2) + L(L_2) + M(M_2)$$

$$0.9992(N_2) = 0.754(0.2352) + 0.2362(0.117) + 0.008974(0.9101)$$

$$0.9992(N_2) = 0.1773 + 0.02764 + 0.008167$$

$$N_2 = 0.2133 (100)$$

$$N_2 = 21.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Mezclado 1**Balance general**

$$L=L_1+L_2+L_3+L_4+L_5+L_6$$

$$L=0.00458+0.198+0.00940+0.01356+0.00294+0.00780$$

$$L= 0.2362 \text{ Kg de mezcla 1}$$

Balance parcial de agua

$$L(L_1) = L_1(L_{1.1})+L_2(L_{2.1})+L_3(L_{3.1})+L_4(L_{4.1})+L_5(L_{5.1})+L_6(L_{6.1})$$

$$L(L_1)=0.0000458+0.198+0.009353+0.00001302+0.000294+0.000936$$

$$0.2362(L_1)=0.2086$$

$$L_1= 0.883 (100)$$

$$L_1= 88.3\% H_2O$$

Balance parcial de sólidos totales

$$L(L_2) = L1(L1.2)+L2(L2.2)+L3(L3.2)+L4(L4.2)+L5(L5.2)+L6(L6.2)$$

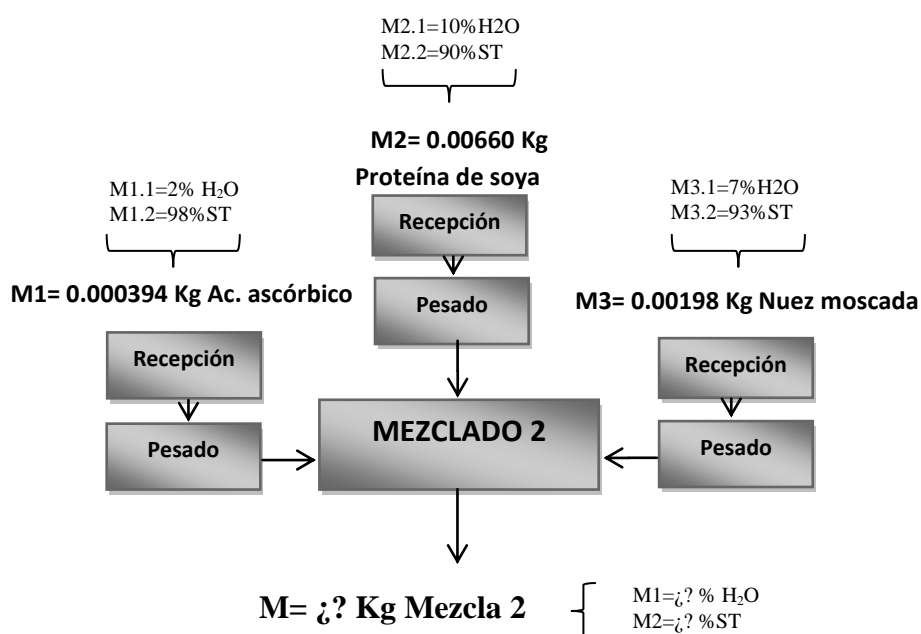
$$L(L_2)=0.004534+0+0.000047+0.013547+0.002646+0.006864$$

$$0.2362(L_2)=0.027638$$

$$L_2= 0.117 (100)$$

$$L_2= 11.7\% H_2O$$

Mezclado 2



Balance general

$$M=M1+M2+M3$$

$$M=0.000394+0.00660+0.00198$$

$$M= 0.008974 \text{ Kg de mezcla 2}$$

Balance parcial de agua

$$M(M_1) = M1(M1.1)+M2(M2.1)+M3(M3.1)$$

$$M(M_1)=0.00000788+0.00066+0.0001386$$

$$0.008974(M_1)=0.0008065$$

$$M_1 = 0.08987 (100)$$

$$M_1 = 8.99\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$M (M_2) = M_1(M_{1.2}) + M_2(M_{2.2}) + M_3(M_{3.2})$$

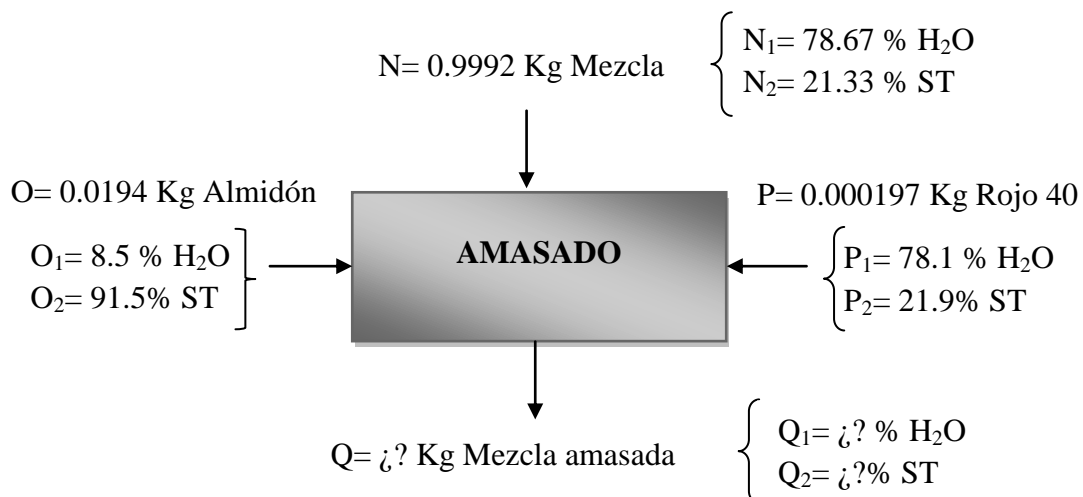
$$M(M_2) = 0.000386 + 0.00594 + 0.001841$$

$$0.008974(M_2) = 0.008167$$

$$M_2 = 0.9101 (100)$$

$$M_2 = 91.01\% \text{ H}_2\text{O}$$

Amasado de mezcla



Balance General

$$Q = N + O + P$$

$$Q = 1.0188 \text{ Kg de mezcla amasada}$$

Balance parcial de agua

$$Q(Q_1) = N(N_1) + O(O_1) + P(P_1)$$

$$1.0188(Q_1) = 0.7861 + 0.001649 + 0.000154$$

$$Q_1 = 0.7733 (100)$$

$$Q_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

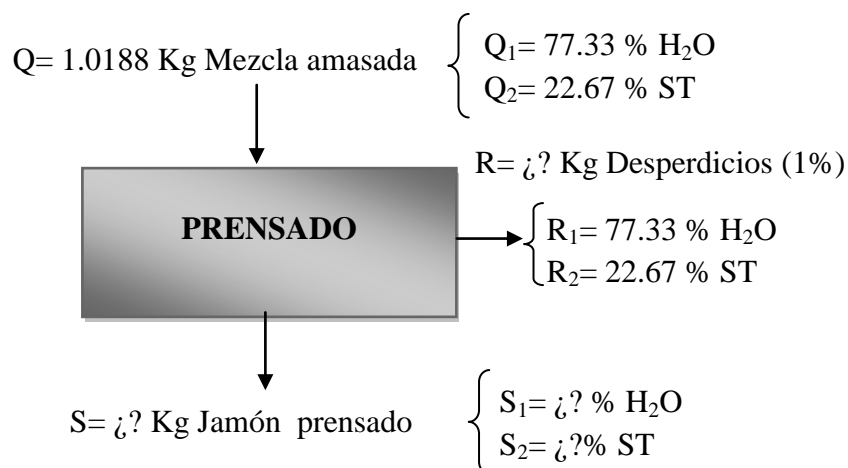
$$Q(Q_2) = N(N_2) + O(O_2) + P(P_2)$$

$$1.0188(Q_2) = 0.2131 + 0.01775 + 0.0000425$$

$$Q_2 = 0.2267 (100)$$

$$Q_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Prensado de la mezcla



Balance de desperdicios

$$R = 1\% (Q)$$

$$R = 0.010188 \text{ Kg}$$

Balance General

$$S = Q - R$$

$$S = 1.0188 - 0.010188$$

$$S = 1.0086 \text{ Kg Jamón prensado}$$

Balance parcial de agua

$$S (S_1) = Q (Q_1) - R (R_1)$$

$$1.0086 (S_1) = 1.0188 (0.7733) - 0.010188 (0.7733)$$

$$S_1 = 0.7733 (100)$$

$$S_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

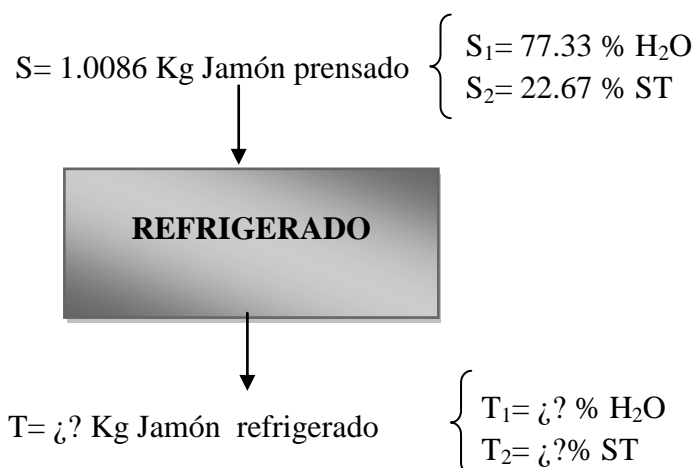
Balance parcial de sólidos totales

$$S (S_2) = Q (Q_2) - R (R_2)$$

$$1.0086 (S_2) = 1.0188(0.2267) - 0.010188 (0.2267)$$

$$S_2 = 0.2267 (100)$$

$$S_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Refrigerado del jamón**Balance General**

$$S = T$$

$$T = 1.0086 \text{ Kg Jamón refrigerado}$$

Balance parcial de agua

$$S (S_1) = T (T_1)$$

$$1.0086 (0.7733) = 1.0086 (T_1)$$

$$T_1 = 0.7733 (100)$$

$$T_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

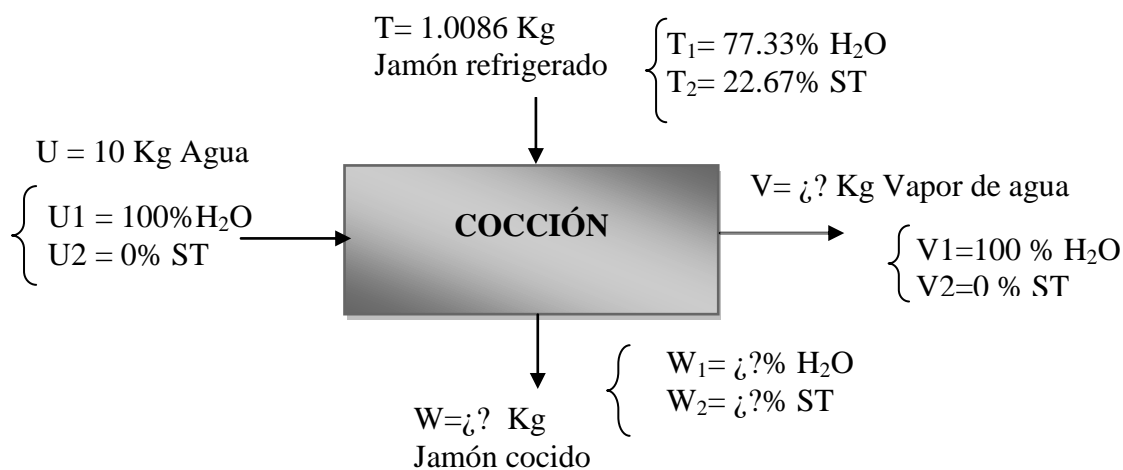
$$S (S_2) = T (T_2)$$

$$1.0086 (0.2267) = 1.0086 (T_2)$$

$$T_2 = 0.2267 (100)$$

$$T_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Cocción del jamón



Dato experimental del cálculo de agua de entrada

$$T = 10 \text{ Kg Agua}$$

Cálculo del agua de salida

$$U = V$$

$$V = 10 \text{ Kg}$$

Balance general

$$T + U = V + W$$

$$W = T + U - V$$

$$W = (1.0086 + 10) - 10$$

$$W = 1.0086 \text{Kg de Jamón cocido}$$

Balance parcial de agua

$$T(T_1) + U(U_1) = V(V_1) + W(W_1)$$

$$1.0086(0.7733) + 10(1) = 10(1) + 1.0086(W_1)$$

$$0.7799 + 10 = 10 + 1.0086(V_1)$$

$$W_1 = \frac{10.7799 - 10}{1.0086}$$

$$W_1 = 0.7733(100)$$

$$W_1 = 77.33 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$T(T_2) + U(U_2) = V(V_2) + W(W_2)$$

$$1.0086(0.2267) + 10(0) = 10(0) + 1.0086(W_2)$$

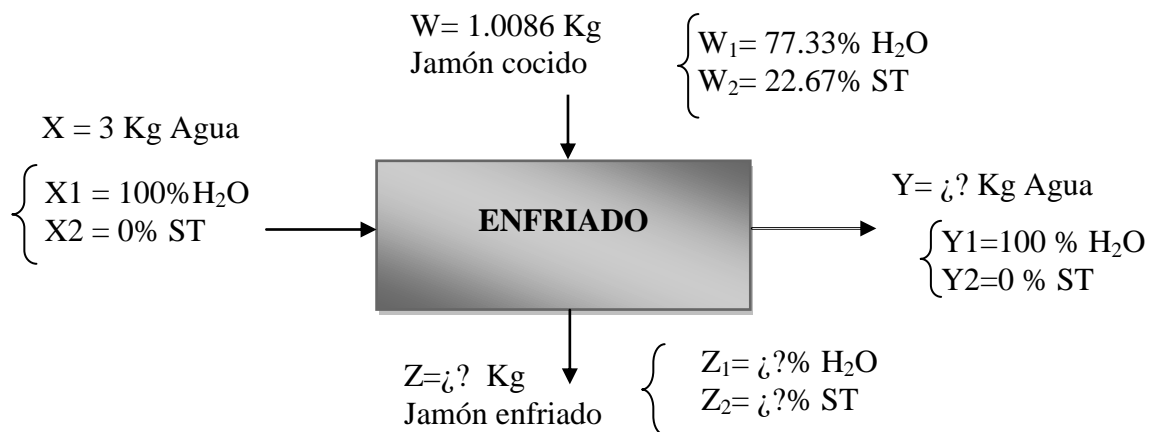
$$0.2286 + 0 = 0 + 1.0086(W_2)$$

$$W_2 = \frac{0.2286}{1.0086}$$

$$W_2 = 0.2267(100)$$

$$W_2 = 22.67 \% \text{ ST}$$

Enfriado del jamón



Dato experimental del cálculo de agua de entrada

$$X = 3 \text{ Kg Agua}$$

Cálculo del agua de salida

$$X = Y$$

$$Y = 3 \text{ Kg Agua}$$

Balance general

$$W + X = Y + Z$$

$$Z = W + X - Y$$

$$Z = (1.0086 + 3) - 3$$

$$Z = 1.0086 \text{ Kg de Jamón enfriado}$$

Balance parcial de agua

$$W(W_1) + X(X_1) = Y(Y_1) + Z(Z_1)$$

$$1.0086(0.7733) + 3(1) = 3(1) + 1.0086(Z_1)$$

$$0.7799+3= 3+ 1.0086 (V_1)$$

$$Z_1= \frac{0.7799}{1.0086}$$

$$Z_1= 0.7733 (100)$$

$$Z_1= 77.33 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$W (W_2)+ X(X_2)= Y (Y_2)+ Z (Z_2)$$

$$1.0086(0.2267) + 3 (0) = 3 (0) + 1.0086(Z_2)$$

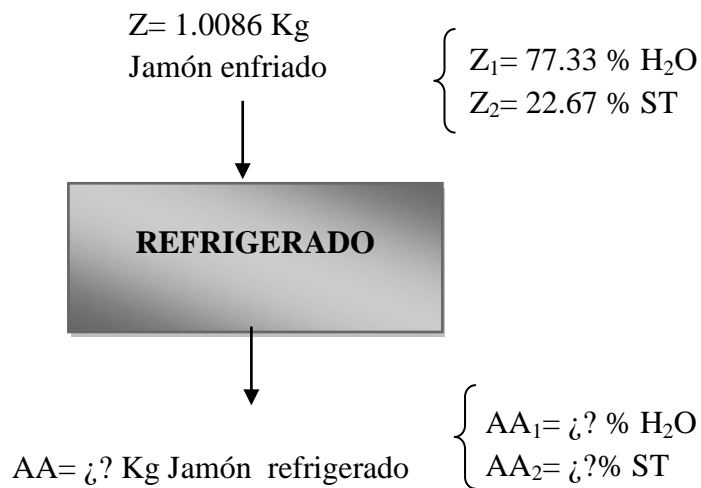
$$0.2286 +3= 3+ 1.0086(Z_1)$$

$$Z_2= \frac{0.2286}{1.0086}$$

$$Z_2= 0.2267 (100)$$

$$Z_2= 22.67 \% \text{ ST}$$

Refrigerado del jamón



Balance General

$$Z = AA$$

$$AA = 1.0086 \text{ Kg de jamón refrigerado}$$

Balance parcial de agua

$$Z (Z_1) = AA (AA_1)$$

$$1.0086(0.7733) = 1.0086(AA_1)$$

$$AA_1 = 0.7733 (100)$$

$$AA_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

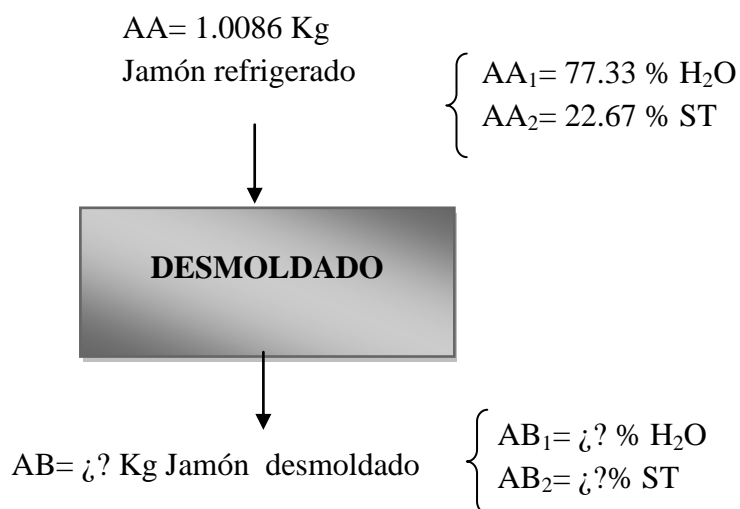
Balance parcial de sólidos totales

$$Z (Z_2) = AA(AA_2)$$

$$1.0086(0.2267) = 1.0086(AA_2)$$

$$AA_2 = 0.2267 (100)$$

$$AA_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Desmoldado del jamón**Balance General**

$$AA = AB$$

$$AB = 1.0086 \text{ Kg de jamón desmoldado}$$

Balance parcial de agua

$$AA (AA_1) = AB (AB_1)$$

$$1.0086(0.7733) = 1.0086(AB_1)$$

$$AB_1 = 0.7733 (100)$$

$$AB_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

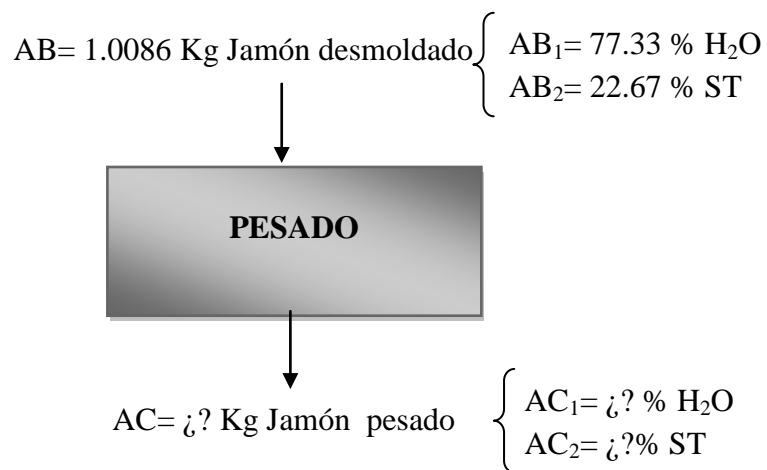
$$AA (AA_2) = AB (AB_2)$$

$$1.0086(0.2267) = 1.0086 (AB_2)$$

$$AB_2 = 0.2267 (100)$$

$$AB_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Pesado del jamón



Balance General

$$AB = AC$$

$$AC = 1.0086 \text{ Kg de jamón pesado}$$

Balance parcial de agua

$$AB (AB_1) = AC (AC_1)$$

$$1.0086 (0.7733) = 1.0086(AC_1)$$

$$AC_1 = 0.7733 (100)$$

$$AC_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

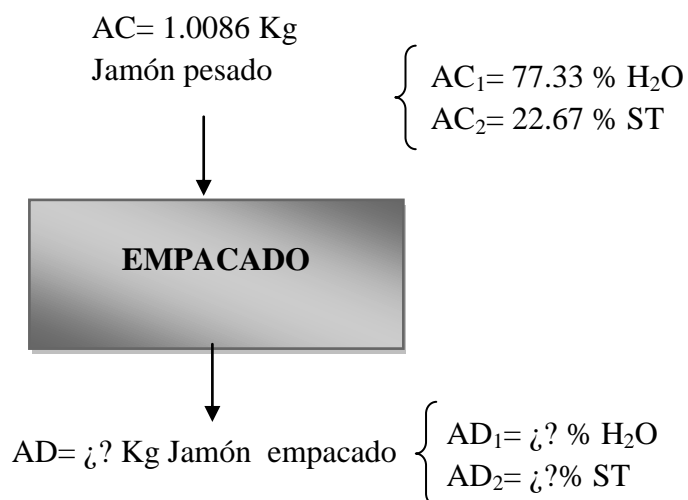
Balance parcial de sólidos totales

$$AB (AB_2) = AC (AC_2)$$

$$1.0086 (0.2267) = 1.0086 (AC_2)$$

$$AC_2 = 0.2267 (100)$$

$$AC_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Empacado del jamón**Balance General**

$$AC = AD$$

$$AD = 1.0086 \text{ Kg de jamón empacado}$$

Balance parcial de agua

$$AC (AC_1) = AD (AD_1)$$

$$1.0086 (0.7733) = 1.0086 (AD_1)$$

$$AD_1 = 0.7733 (100)$$

$$AD_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$AC (AC_2) = AD (AD_2)$$

$$1.0086 (0.2267) = 1.0086 (AD_2)$$

$$AD_2 = 0.2267 (100)$$

$$AD_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

CANTIDAD DE EMPAQUES

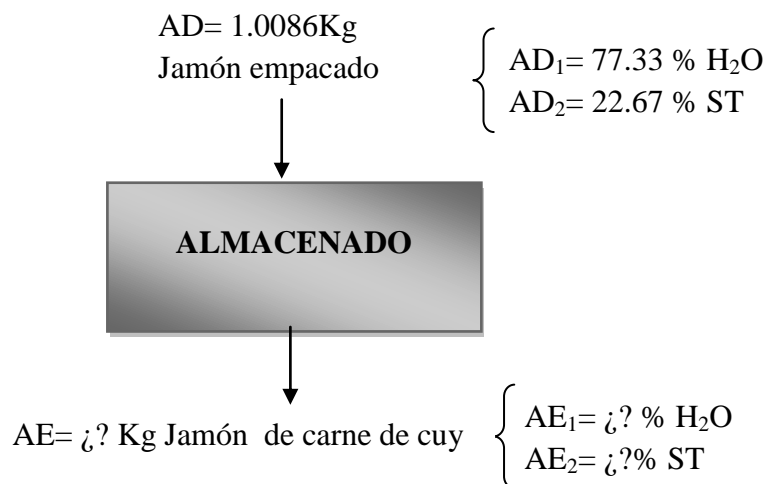
$$\text{Peso} = 1.0086 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso por presentación} = 250 \text{ gr}$$

$$1008,6 / 250$$

$$\# \text{ Jamones (250 gr)} = 4$$

Almacenado del jamón



Balance General

$$AD = AE$$

$$AE = 1.0086 \text{ Kg de Jamón de carne de cuy}$$

Balance parcial de agua

$$AD (AD_1) = AE (AE_1)$$

$$1.0086 (0.7733) = 1.0086(AE_1)$$

$$AE_1 = 0.7733 (100)$$

$$AE_1 = 77.33\% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos totales

$$AD (AD_2) = AE (AE_2)$$

$$1.0086 (0.2267) = 1.0086 (AE_2)$$

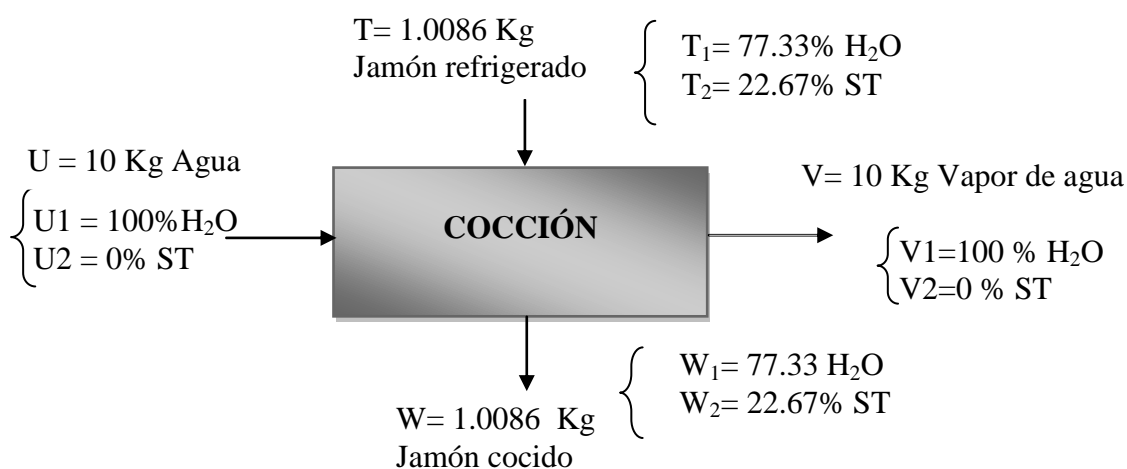
$$AE_2 = 0.2267 (100)$$

$$AE_2 = 22.67\% \text{ ST}$$

Anexo F. Balance de energía para la elaboración de jamón a base de carne de cuy, a nivel de laboratorio

Cálculo del calor teórico del producto

Cocción del jamón



Calor específico del jamón de cuy

Datos:

% Humedad = 77.33 %

% sólidos = 22.67 %

$C_{p\text{agua}} (70^{\circ}\text{C}) = 4.190 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ (Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Tabla C8)

$C_{p\text{Sólido}} = 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$

$$C_{p\text{jamón}} = \frac{MH_2O}{M} * C_{pH_2O} + \frac{Msólido}{M} C_{pSólido}$$

$$C_{p_{\text{jamón}}} = 0.773 * 4.190 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} + 0.2267 * 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p_{\text{jamón}}} = 3.551 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

Calculo de calor requerido para la cocción del jamón de cuy

Datos:

$$M = 1.0086 \text{ kg / 2 h}$$

$$C_{p_{\text{jamón}}} = 3.551 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = (70 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = M * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = 1.0086 \frac{\text{Kg}}{2\text{h}} * 3.551 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (70 - 15) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 98.492 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} * \frac{1\text{KW}}{1\text{Kj/seg}} * \frac{1000\text{W}}{1\text{KW}}$$

$$Q_s = 54.717\text{W}$$

Calor requerido para el agua (donde se cocina el jamón)

Datos:

$$M_{\text{agua}} = 10 \text{ kg / 2 h}$$

$$C_{p_{\text{agua}}} (75^\circ\text{C}) = 4.193 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C} \text{ (Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Tabla C8)}$$

$$\Delta T = (75 - 24) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = M * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = 10 \frac{Kg}{2h} * 4.193 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C} * (75 - 24) ^{\circ}C$$

$$Q_s = 1069.21 \frac{KJ}{h} * \frac{1h}{3600 s} * \frac{1Kw}{1 KJ/seg} * \frac{1000 W}{1 KW}$$

$$Q_s = 297.004W$$

Calor Total del Producto

$$Q_t = Q_s \text{ jamón} + Q_s \text{ agua}$$

$$Q_t = 54.717W + 297.004W$$

$$Q_t = 351.721 W$$

Calor de conducción (olla donde se realizó la cocción)

Datos:

Conductividad térmica acero inox Alimenticio (Kt) = 17.2 W/m°C(Fundamentos de la ingeniería de alimentos)

$$\text{Área (A)} = A = \pi * r^2$$

$$\text{Espesor olla (DX)} = 0.004m$$

Cálculo del área de la olla

$$A = \pi * r^2$$

$$A = \pi * (0.25m)^2$$

$$A = 0.196 m^2$$

$$Q_c = K_t * A * \frac{DT}{DX}$$

$$Q_c = 17.2 \text{ W/m}^{\circ}\text{C} * 0.196 \text{ m}^2 * (80-25) \text{ }^{\circ}\text{C}/0.004\text{m}$$

$$Q_c = 46436.66 \text{ Watts}$$

Calculo del calor necesario para el proceso

$$Q_{\text{necesario}} = Q_{\text{producto}} + Q_{\text{conducción}}$$

$$Q_n = 351.721 \text{ W} + 46436.66 \text{ Watts}$$

$$Q_n = 46788.38 \text{ W}$$

Calor suministrado o práctico (Q_E)

$$Q_e = \text{Masa consumida Gas} * P_c \text{ gas}$$

$$Q_e = 2.10 \text{ Kg/h} * 44000 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_e = 92400 \text{ KJ} = 25666.66 \frac{\text{W}}{\text{h}} * 2 \text{ h (proceso)}$$

$$Q_e = 51333.32 \text{ W}$$

Porcentaje de eficiencia del proceso

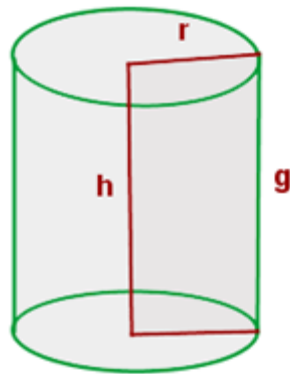
$$\%E = Q_{\text{necesario}} / Q_{\text{experimental}}$$

$$\%E = (46788.38 / 51333.32) * 100$$

$$\% \text{Eficiencia} = 91.14 \%$$

Calculo del área total de la olla

$$A = 2 * \pi * r * h$$



$$A = 2 * \pi * 0.25 * 0.35$$

$$A = 0.5497 \text{ m}$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor a nivel laboratorio

Dónde:

Q = calor requerido

U = coeficiente de transferencia

A = área

ΔT = variación de temperatura

$$Q = U * A * \Delta T$$

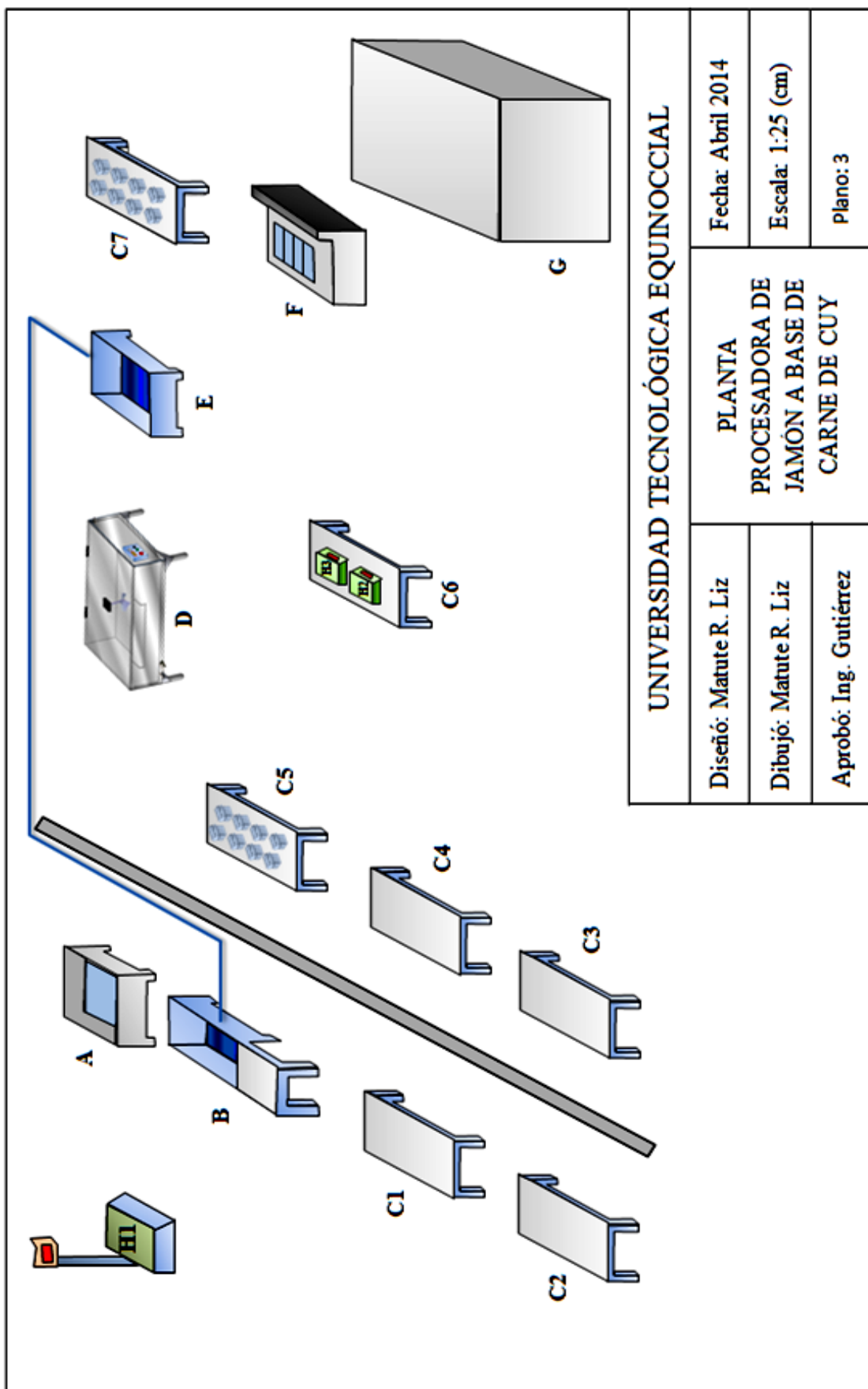
$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$U = \frac{46788.38 \text{ W}}{0.5497 \text{ m}^2 * 51^\circ\text{C}}$$

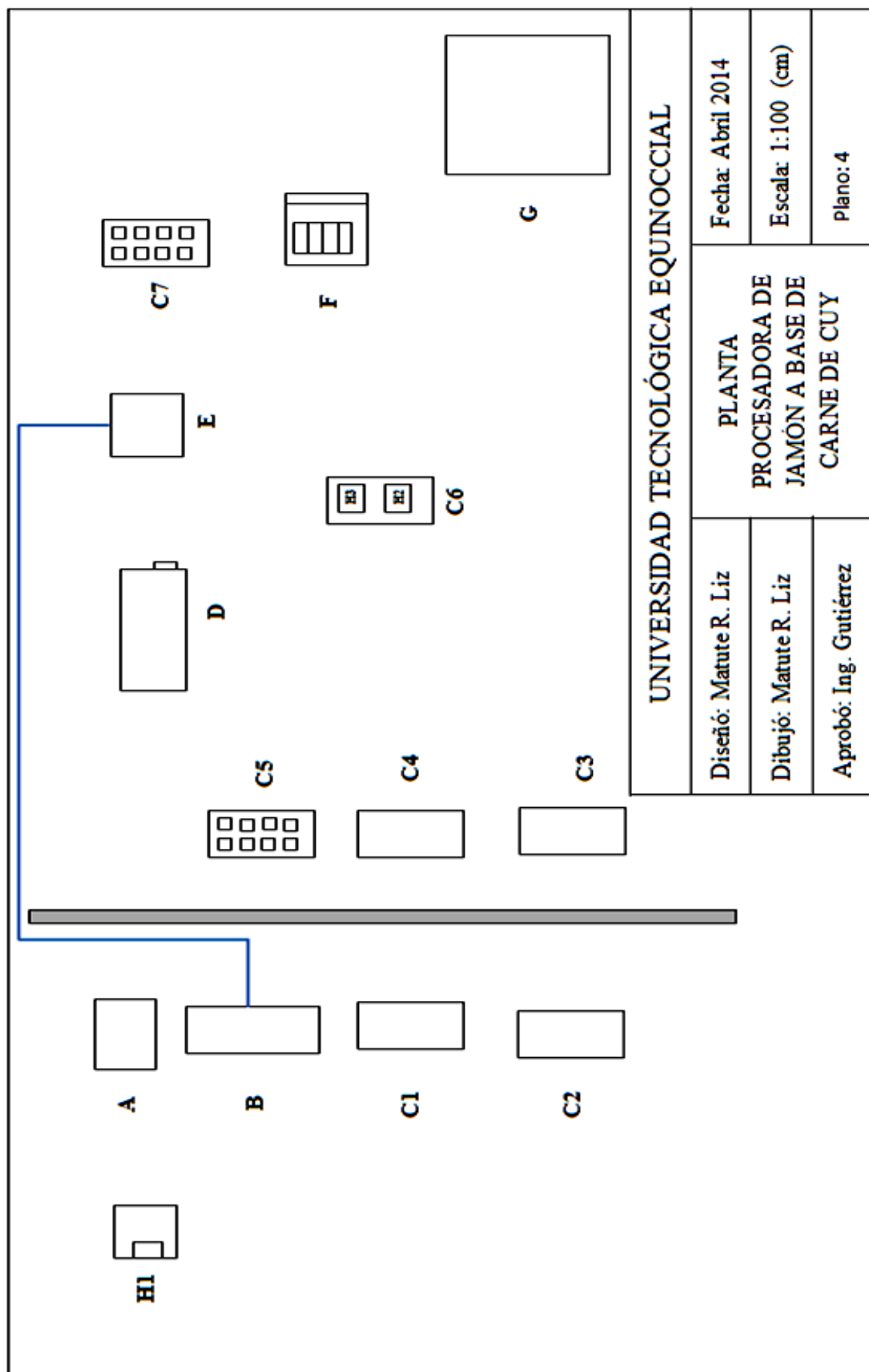
$$U = 1668.94 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

Anexo G. Fotografías del proceso de elaboración de jamón a base de carne de cuy**Formulación****Pesado****Amasado****Cocción****Prensa**

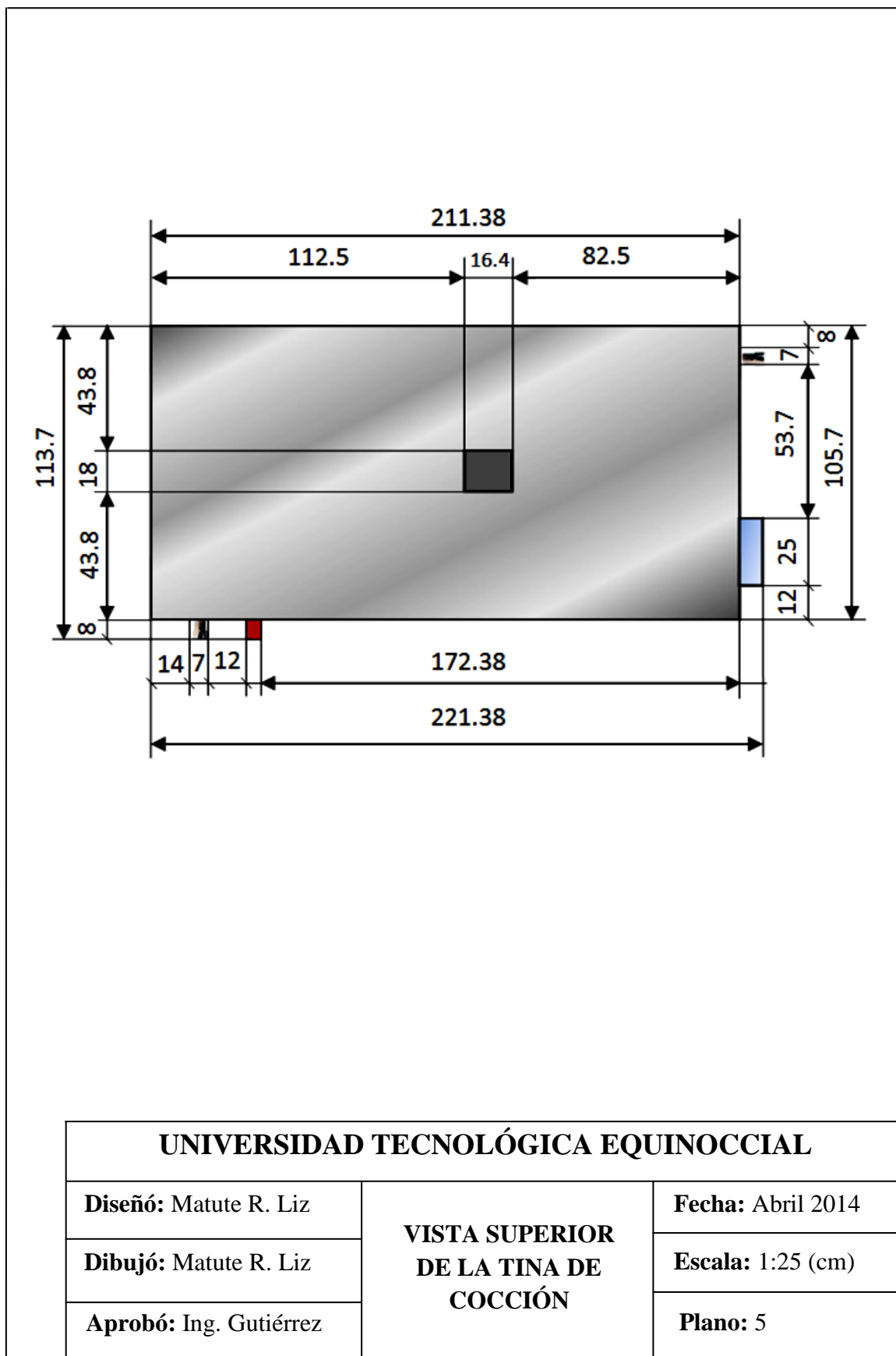
Anexo H. Diseño 3D de la planta procesadora de jamón a base de carne de cuy



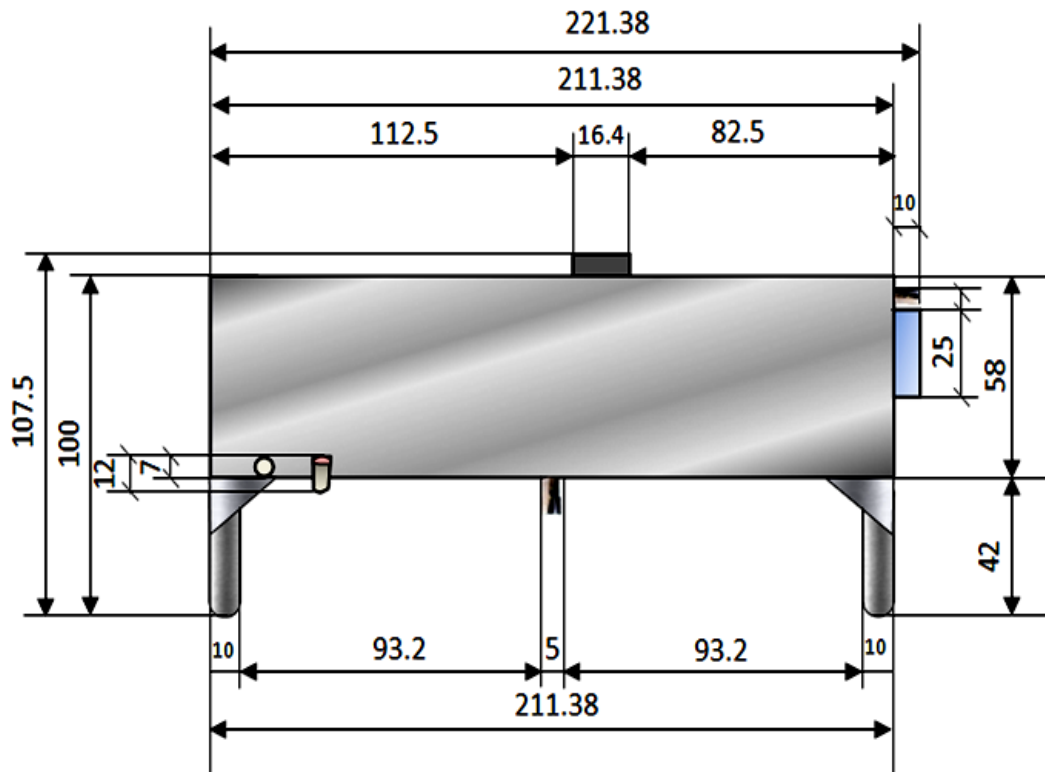
Anexo I. Diseño 2D de la planta procesadora de jamón a base de carne de cuy



Anexo J. Vista superior del equipo



Anexo K. Vista frontal del equipo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Matute R. Liz

Dibujó: Matute R. Liz

Aprobó: Ing. Gutiérrez

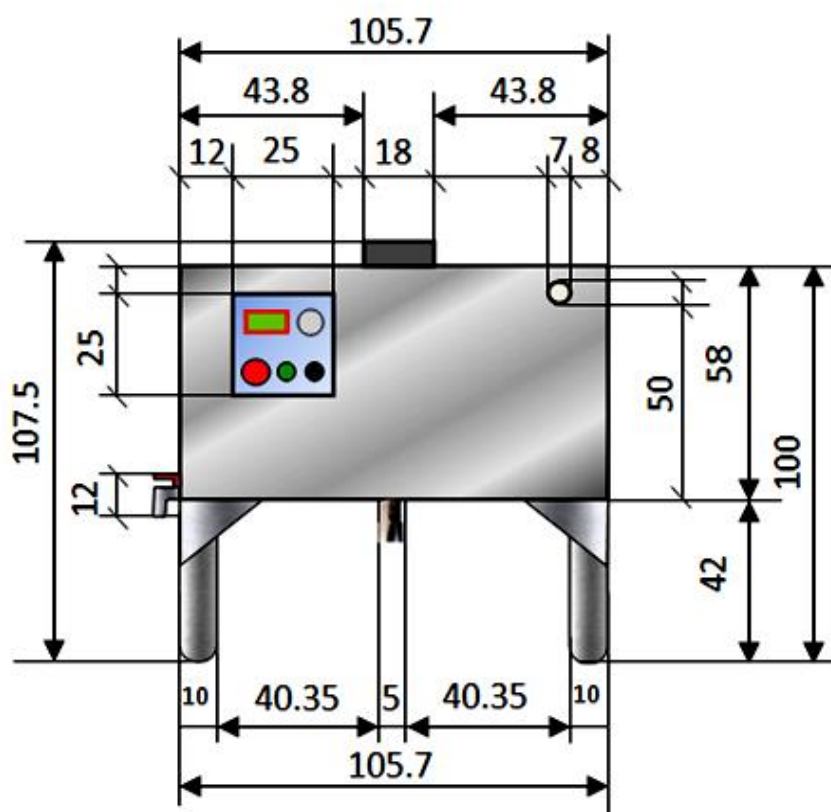
**VISTA FRONTAL
DE LA TINA DE
COCCIÓN**

Fecha: Abril 2014

Escala: 1:25 (cm)

Plano: 6

Anexo L. Vista lateral del equipo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Matute R. Liz

Dibujó: Matute R. Liz

Aprobó: Ing. Gutiérrez

**VISTA LATERAL
DE LA TINA DE
COCCIÓN**

Fecha: Abril 2014

Escala: 1:25 (cm)

Plano: 7

Anexo M. Propiedades útiles del agua

<i>Propiedades del agua saturada</i>						
<i>T, C</i>	$\rho, \text{kg/m}^3$	$C_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	$k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	$\mu, \text{Pa} \cdot \text{s}$	$\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	<i>Pr</i>
0	1002	4218	0.552	17.9×10^{-4}	1.31×10^{-7}	13.06
20	1001	4182	0.597	10.1	1.43	7.02
40	995	4178	0.628	6.55	1.51	4.34
60	985	4184	0.651	4.71	1.55	3.02
80	974	4196	0.668	3.55	1.64	2.22
100	960	4216	0.680	2.82	1.68	1.74
120	945	4250	0.685	2.33	1.71	1.45
140	928	4283	0.684	1.99	1.72	1.24
160	910	4342	0.680	1.73	1.73	1.10
180	889	4417	0.675	1.54	1.72	1.00
200	867	4505	0.665	1.39	1.71	0.94
220	842	4610	0.652	1.26	1.68	0.89
240	816	4756	0.635	1.17	1.64	0.88
260	786	4949	0.611	1.08	1.58	0.87
280	753	5208	0.580	1.02	1.48	0.91
300	714	5728	0.540	0.96	1.32	1.02

ente. John A. Duffie y William A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes*, Wiley-International, Nueva York, 1980. Reproducido con autorización.

Anexo N. Propiedades del vapor saturado

Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado: Tabla de temperatura (Unidades SI)

Temp. °C <i>T</i>	Pres. kPa <i>P</i>	Volumen Especifico m ³ /kg		Energia Interna kJ/kg			Entalpia kJ/kg			Entropia kJ/kg·K		
		Liquido sat. <i>v_f</i>	Vapor sat. <i>v_g</i>	Liquido sat. <i>u_f</i>	Evap. <i>u_{fg}</i>	Vapor sat. <i>u_g</i>	Liquido sat. <i>h_f</i>	Evap. <i>h_{fg}</i>	Vapor sat. <i>h_g</i>	Liquido sat. <i>s_f</i>	Evap. <i>s_{fg}</i>	Vapor sat. <i>s_g</i>
0.01	0.6113	0.001 000	206.14	.00	2375.3	2375.3	.01	2501.3	2501.4	.0000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001 000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001 000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001 001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001 002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.95	2454.1	2538.1	.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001 003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001 004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001 006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001 008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001 010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	.6387	7.5261	8.1646
50	12.349	0.001 012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001 015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001 017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001 020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001 023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001 026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.36	0.001 029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001 033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001 036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.55	0.001 040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159
MPa												
100	0.101 35	0.001 044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549
105	0.120 82	0.001 048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9328	7.2958
110	0.145 27	0.001 052	1.2102	461.14	2057.0	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	5.8202	7.2387
115	0.169 06	0.001 056	1.0366	482.30	2041.4	2523.7	482.48	2216.5	2699.0	1.4734	5.7100	7.1833
120	0.198 53	0.001 060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5278	5.6020	7.1296
125	0.2321	0.001 065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.5	2713.5	1.5813	5.4962	7.0775
130	0.2701	0.001 070	0.6685	546.02	1993.9	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	5.3925	7.0269
135	0.3130	0.001 075	0.5822	567.35	1977.7	2545.0	567.69	2159.6	2727.3	1.6870	5.2907	6.9777
140	0.3613	0.001 080	0.5089	588.74	1961.3	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	5.1908	6.9299
145	0.4154	0.001 085	0.4463	610.18	1944.7	2554.9	610.63	2129.6	2740.3	1.7907	5.0926	6.8833
150	0.4758	0.001 091	0.3928	631.68	1927.9	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	4.9960	6.8379
155	0.5431	0.001 096	0.3468	653.24	1910.8	2564.1	653.84	2098.5	2752.4	1.8925	4.9010	6.7935
160	0.6178	0.001 102	0.3071	674.87	1893.5	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	4.8075	6.7502
165	0.7005	0.001 108	0.2727	696.56	1876.0	2572.5	697.34	2066.2	2763.5	1.9925	4.7153	6.7078
170	0.7917	0.001 114	0.2428	718.33	1858.1	2576.5	719.21	2049.5	2768.7	2.0419	4.6244	6.6663
175	0.8920	0.001 121	0.2168	740.17	1840.0	2580.2	741.17	2032.4	2773.6	2.0909	4.5347	6.6256
180	1.0021	0.001 127	0.194 05	762.09	1821.6	2583.7	763.22	2015.0	2778.2	2.1396	4.4461	6.5857
185	1.1227	0.001 134	0.174 09	784.10	1802.9	2587.0	785.37	1997.1	2782.4	2.1879	4.3586	6.5465
190	1.2544	0.001 141	0.156 54	806.19	1783.8	2590.0	807.62	1978.8	2786.4	2.2359	4.2720	6.5079
195	1.3978	0.001 149	0.141 05	828.37	1764.4	2592.8	829.98	1960.0	2790.2	2.2835	4.1863	6.4698
200	1.5538	0.001 157	0.127 36	850.65	1744.7	2595.3	852.45	1940.7	2793.2	2.3309	4.1014	6.4323
205	1.7230	0.001 164	0.115 21	873.04	1724.5	2597.5	875.04	1921.0	2796.0	2.3780	4.0172	6.3952
210	1.9062	0.001 173	0.104 41	895.53	1703.9	2599.5	897.76	1900.7	2798.5	2.4248	3.9337	6.3585
215	2.104	0.001 181	0.094 79	918.14	1682.9	2601.1	920.62	1879.9	2800.5	2.4714	3.8507	6.3221
220	2.318	0.001 190	0.086 19	940.87	1661.5	2602.4	943.62	1858.5	2802.1	2.5178	3.7683	6.2861
225	2.548	0.001 199	0.078 49	963.73	1639.6	2603.3	966.78	1836.5	2803.3	2.5639	3.6863	6.2503
230	2.795	0.001 209	0.071 58	986.74	1617.2	2603.9	990.12	1813.8	2804.0	2.6099	3.6047	6.2146
235	3.050	0.001 219	0.065 37	1009.89	1594.2	2604.1	1013.62	1790.5	2804.2	2.6558	3.5233	6.1791
240	3.344	0.001 229	0.059 76	1033.21	1570.8	2604.0	1037.32	1766.5	2803.8	2.7015	3.4422	6.1437
245	3.648	0.001 240	0.054 71	1056.71	1546.7	2603.4	1061.23	1741.7	2803.0	2.7472	3.3612	6.1083
250	3.973	0.001 251	0.050 13	1080.39	1522.0	2602.4	1085.36	1716.2	2801.5	2.7927	3.2802	6.0730
255	4.319	0.001 263	0.045 98	1104.28	1496.7	2601.9	1109.73	1689.8	2799.5	2.8383	3.1992	6.0375
260	4.688	0.001 276	0.042 21	1128.39	1470.6	2599.0	1134.37	1662.5	2796.9	2.8838	3.1181	6.0019
265	5.081	0.001 289	0.038 77	1152.74	1443.9	2596.6	1159.28	1634.4	2793.6	2.9294	3.0368	5.9662
270	5.499	0.001 302	0.035 64	1177.36	1416.3	2593.7	1184.51	1605.2	2789.7	2.9751	2.9551	5.9301
275	5.942	0.001 317	0.032 79	1202.25	1387.9	2590.2	1210.07	1574.9	2785.0	3.0208	2.8730	5.8938
280	6.412	0.001 332	0.030 17	1227.46	1358.7	2586.1	1235.99	1543.6	2779.6	3.0668	2.7902	5.8571
285	6.909	0.001 348	0.027 77	1253.00	1328.4	2581.4	1262.31	1511.0	2773.3	3.1130	2.7070	5.8199
290	7.436	0.001 366	0.025 37	1278.92	1297.1	2576.0	1289.07	1477.1	2766.2	3.1594	2.6227	5.7821
295	7.993	0.001 384	0.023 54	1305.2	1264.7	2569.9	1316.3	1441.8	2758.1	3.2062	2.5375	5.7437
300	8.581	0.001 404	0.021 67	1332.0	1231.0	2563.0	1344.0	1404.9	2749.0	3.2534	2.4511	5.7045
305	9.202	0.001 425	0.019 948	1359.3	1195.9	2555.2	1372.4	1366.4	2738.7	3.3010	2.3633	5.6643
310	9.856	0.001 447	0.018 350	1387.1	1159.4	2546.4	1401.3	1326.0	2727.3	3.3493	2.2737	5.6230
315	10.547	0.001 472	0.016 867	1415.5	1121.1	2536.6	1431.0	1283.5	2714.5	3.3982	2.1821	5.5804
320	11.274	0.001 499	0.015 488	1444.6	1080.9	2525.5	1461.5	1238.6	2700.1	3.4480	2.0882	5.5362
325	12.045	0.001 531	0.012 996	1505.3	993.7	2498.9	1525.3	1140.6	2665.9	3.5507	1.8909	5.4417
330	12.845	0.001 558	0.010 797	1570.3	894.3	2464.6	1594.2	1027.9	2622.0	3.6594	1.6783	5.3357
340	14.586	0.001 740	0.008 813	1641.9	776.6	2418.4	1670.6	893.1	2563.9	3.7777	1.4355	5.2132
350	16.513	0.001 893	0.006 945	1725.2	626.3	2351.5	1760.5	720.5	2481.0	3.9147	1.1379	5.0536
360	18.651	0.002 213	0.004 925	1844.0	384.5	2228.5	1896.5	441.0	2332.1	4.1106	0.8863	4.7971
370	21.03	0.003 155	0.003 155	2029.6	0	2029.6	2029.6	0	2029.6	4.4298	0	4.4298

Anexo O. Resultados del análisis microbiológico del jamón de cuy



Ministerio
de Salud Pública
INSPI
Instituto Nacional de Investigación
en Salud Pública

Laboratorio INSPI Santo Domingo de los Tsáchilas
Santo Domingo-Ecuador

INFORME DE ANALISIS DE ALIMENTO N° LCC-SDT-0131 -11-13

Fecha de emisión del resultado : 2013- 11- 12
Solicitante : Srta. Liz Matute
Procedencia : Santo Domingo de los Tsáchilas
Dirección de procedencia : km 4 ½ Vía Chone
Fecha de recepción de la muestra : 2013 - 11- 01
Fecha de análisis de la muestra : 2013 - 11- 01
Muestreo : Srta. Liz Matute
Código : CC-0131

MUESTRA

“JAMON CON CARNE DE CUY “

Tipo de alimento : Cárnicos y Derivados
Lugar de Fabricación : Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador
Fabricante : Srta. Liz Matute
Dirección : Km 4 ½ Vía Chone
Envase : Empaque al vacío de polietileno de baja densidad
Número de lote : 001M
Contenido declarado : 754 g
Contenido encontrado : 754 g
Fecha de elaboración : 2013 - 10-30
Fecha de Expiración : 2013- 11- 30
Forma de conservación : Refrigeración protegido de la luz

EXAMEN ORGANOLÉPTICO

Color : Característico
Olor : Propio
Consistencia : Homogénea

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Materia extraña Visibles	-	Ausencia	Macroscópico



Ministerio
de Salud Pública
INSPI
Instituto Nacional de Investigación
en Salud Pública

Laboratorio INSPI Santo Domingo de los Tsáchilas
Santo Domingo-Ecuador

INFORME DE ANALISIS DE ALIMENTO N° LCC-SDT-0131 -11-13

“ JAMON CON CARNE DE CUY “

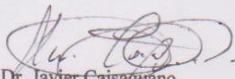
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
Escherichia. Coli	ufc /g	< 10	AOAC991.14PETRIFILM
Estafilococcus aureus	ufc /g	< 10	AOAC 2003.7 PETRIFILM
Salmonella	ufc/25 g	*Ausencia	NORMA NTE INEN 1 529-15:96

Los resultados obtenidos en el Análisis Microbiológico. Si **cumple** con el criterio microbiológico establecido en la norma referencial comparativa NTE INEN 1338: 2012. Carne y productos cárnicos . Requisitos.

Los resultados obtenidos solo afectan a las muestras recibidas en el Laboratorio
*Parámetro que evalúa la inocuidad del alimento
< 10 se interpreta como ausencia



ATENTAMENTE


Dr. Javier Caisaguano
CONV. INSPI-GADM

cc. archivo.

Anexo P. Hoja de encuesta aplicada en la catación del jamón

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Sistemas de Gestión

PRUEBA SENSORIAL DEL JAMÓN A BASE DE CARNE DE CUY

La siguiente encuesta propone 3 muestras de los tratamientos experimentales realizados, por favor se pide evaluar las características y señalar con una “X” la alternativa que usted crea conveniente.

MUESTRA 1

	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Muy agradable				
Agradable				
Desagradable				

MUESTRA 2

	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Muy agradable				
Agradable				
Desagradable				

MUESTRA 3

	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Muy agradable				
Agradable				
Desagradable				




Gracias por su colaboración.

Anexo Q. Etiqueta del producto

P.v.p \$ 4.49

Peso neto: 250 gr

JAMÓN DE CUY

“HAMIZ”

Información nutricional	
Humedad	75.87 %
Proteína	17.01 %
Grasa	3.72 %
E.L.NN	0.44 %

Ingredientes:
Carne de cuy, agua, carragenina, sal curante, polifosfato, azúcar, condimento de jamón, proteína de soya, ácido ascórbico, colorante (rojo 40) y nuez moscada.

Consérvese en refrigeración
Tiempo máximo de consumo 30 días