



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Campus Arturo Ruiz Mora

Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Sistemas de Gestión

Tesis previo a la obtención del título de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

**OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE CAMOTE PARA LA UTILIZACIÓN COMO
AGLUTINANTE EN LA ELABORACIÓN DE MORTADELA DE POLLO.**

SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS 2010

Estudiante

FRANCLIN VINICIO ANDINO MUÑOZ

SANTO DOMINGO -ECUADOR

ABRIL, 2011

**OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE CAMOTE PARA LA UTILIZACIÓN COMO
AGLUTINANTE EN LA ELABORACIÓN DE MORTADELA DE POLLO.
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS 2010**

Dr. Luz María Martínez
DIRECTORA DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Olga Pérez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Crespín.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo de los Tsáchilas.....de.....2011

Autor: Franclin Vinicio Andino Muñoz
Institución: Universidad Tecnológica Equinoccial

Título de tesis: “Obtención de almidón de camote para la utilización como aglutinante en la elaboración de mortadela de pollo. Santo Domingo de los Colorados 2010”

Fecha: Agosto 2010 – Abril 2011

Del contenido del presente documento
Se responsabiliza el autor

Franclin Vinicio Andino Muñoz

Santo Domingo de los Tsáchilas.....de.....2011

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA
SANTO DOMINGO

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INFORME DE DIRECCIÓN DE TESIS

Santo Domingo, 15 de abril del 2011

Ingeniero

Daniel Anzules

COORDINADOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Presente.-

Yo, Dr. Luz María Martínez, en calidad de directora de tesis, informo que el presente tema de investigación “Obtención de almidón de camote para la utilización como aglutinante en la elaboración de mortadela de pollo. Santo Domingo de los Colorados 2010”, se realizó en la Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Arturo Ruiz Mora, bajo la ejecución del Sr. Franclín Vinicio Andino Muñoz, egresado de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

El presente trabajo de investigación ha sido dirigido y revisado en todas sus partes, bajo los parámetros programados y cumple con las normas legales de la Universidad, de lo cual doy fe, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Atentamente.

.....
Dr. Luz María Martínez
DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con todo mi amor: A Dios que en cada momento ha estado conmigo y me ha dado la fuerza, la sabiduría y sobre todo por darme la vida que es lo más importante para poder superar todos los obstáculos que se han presentado a lo largo de mi vida y mi carrera.

A mis adorables padres: Segundo Ramón Andino y Marcia Margoth Muñoz, quienes con su experiencia ante la vida han sabido guiarme y apoyarme en cada momento difícil y sobre todo por inculcarme valores que me ayudaran por toda mi vida, por el apoyo incondicional durante toda mi carrera estudiantil.

A mi hermana la Lic. Vilma Andino, por estar en todos los momentos de mi vida tanto malos como buenos y brindarme su cariño y apoyo sin esperar nada a cambio quien ha sido indispensable para la culminación de mis estudios.

A todos mis tíos en especial A mi Tía Duveth Muñoz a mi Tío Edison Muñoz y esposa quienes también me brindaron su apoyo en el momento que más los necesité.

A mis queridos amigos (as) con quienes hemos compartido momentos tristes y alegres durante toda nuestra carrera.

A un gran compañero y amigo † Álvaro Noroña, quien me dio su apoyo moral para continuar con mis estudios y llegar a la culminación.

Gracias a todos.

Franclin Andino

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por haberme guiado y darme la sabiduría para no rendirme en los momentos difíciles que se presentaron.

Agradezco infinitamente a mis padres Segundo Ramón Andino y Marcia Margoth Muñoz por ser el pilar fundamental para lograr subir un escalón más en mi vida

A mis amigos: Juan Pablo Loor, Carlos Alcivar, Katty cueva, Katty Medina, Pamelita Ortiz, Girabel López, Claudia Zorrilla, Ximena Marín, Raul Cedeño, Tito Zambrano, Elias Lozada, Cristian Gutierrez, Liz Matute, Ximena Morales, GuisellaPincay, Nadia Solórzano, Marilyn Sánchez, Joan Rosillo, Erika Guffante, Edison Guevara, Valentina Matute, Ma. Cisne Quezada, Carlita Guarnizo, Gabriela Agualsaca, y † Álvaro Noroña; por permitirme compartir con ustedes momentos que nunca se borrarán de mi corazón.

A mi directora de tesis: Dr. Luz María Martínez quien compartió sus conocimientos, por brindarme su apoyo su paciencia y comprensión.

A mis maestros: Ing. Daniel Anzules, Ing. Elsa Vivanco, Ing. Alejandro Bermúdez, Ing. María Gutiérrez, Ing. Juan Crespín, Ing. Sonia Erazo, Ing. Karina Cuenca, Ing. Wiston Morales, Dr. Xavier Caisaguano, Ing. Roberto Campos, Ing. Olga Pérez, Ing. Diana Buitrón, Ing. Paúl Gonzales; por inculcarme sus conocimientos para poder desarrollarme en vida profesional.

Gracias a todos

Franclin Andino

TABLA DE CONTENIDO

	Página.
Portada.....	i
Hoja de presentación y aprobación de integrantes del tribunal.....	ii
Hoja de derecho de autor.....	iii
Informe de aprobación del director del plan de titulación.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Tabla de contenido.....	vii
Resumen.....	xvi
Summary.....	xvii

CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL

1.1	Planteamiento del problema.....	1
1.1.1	Análisis de la situación actual.....	1
1.1.2	Pronóstico.....	1
1.1.3	Control de pronóstico.....	1
1.1.4	Formulación.....	2
1.1.5	Problema.....	2
1.1.6	Sistematizar.....	2
1.2.	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo general.....	2
1.2.2	Objetivo específico.....	3
1.3	Justificación.....	3
1.3.1	Impacto teórico.....	3
1.3.2	Impacto practico.....	3
1.3.3	Impacto metodológico.....	3
1.3.4	Impacto social.....	4

1.3.5	Factibilidad.....	4
1.3.6	Limitantes.....	4
1.4	Hipótesis.....	4
1.4.1	Hipótesis alternativa.....	4
1.4.2	Hipótesis nula.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO.

2.1	Camote.....	5
2.2	Origen del camote.....	5
2.3	Clasificación taxonómica del camote.....	6
2.4	Descripción de la planta.....	6
2.4.1	Raíces.....	6
2.4.2	Tallos.....	6
2.4.3	Flores.....	7
2.4.4	Fruto.....	7
2.5	Alternativas de utilización del camote.....	7
2.5.1	Fuentes de vitamina A.....	8
2.6	Exportación.....	8
2.7	Variedades de camote.....	9
2.8	Composición química del camote.....	10
2.9	Almidón.....	10
2.9.1	Estructura del almidón.....	11
2.9.2	Aplicaciones industriales del almidón.....	11
2.9.3	Propiedades del almidón.....	12
2.9.4	Forma de los granos del almidón.....	14
2.9.5	Gelatinización del almidón.....	14
2.9.6	Oportunidades comerciales del almidón.....	16
2.9.7	Como añadir valor a los almidón tropicales.....	17
2.10.	Operaciones unitarias.....	17
2.10.1	Secado.....	17

2.10.2	Operaciones de secado.....	17
2.10.3	Clasificación de los secadores.....	18
2.10.3.1	Secadores directos.....	18
2.10.3.2	Secadores indirectos.....	19
2.10.4	Equipos de secado.....	19
2.10.5	Secadores de platos.....	20
2.10.6	Mecanismos de transferencia de calor.....	21
2.10.6.1	Coeficiente global de transferencia de calor.....	22
2.10.6.2	Calor específico.....	23
2.10.6.3	Conductividad térmica.....	23
2.10.7	Humedad.....	23
2.11	Origen de la mortadela.....	23

CAPÍTULO III METODOLOGÍA.

3.1	Aspectos metodológicos del estudio.....	26
3.1.1	Ubicación.....	26
3.1.2	Tipo de investigación.....	26
3.1.2.1	Experimental.....	26
3.1.2.2	Relacional.....	26
3.1.2.3	No observacional.....	26
3.2	Métodos de investigación.....	27
3.2.1	Método de observación científica.....	27
3.2.2	Método inductivo.....	27
3.2.3	Método deductivo.....	27
3.2.4	Método de análisis.....	27
3.2.5	Método de síntesis.....	27
3.2.6	Método estadístico.....	28
3.3	Fuentes y técnicas de investigación.....	28
3.3.1	Fuentes.....	28
3.3.2	Técnicas.....	28

3.4	Variables.....	28
3.4.1	Variables independientes.....	28
3.4.1.1	Laboratorio.....	28
3.4.2	Variables dependientes.....	29
3.4.2.1	Laboratorio.....	29
3.5	Diseño estadístico para la prueba de hipótesis.....	29
3.5.1	Factor A = tiempo.....	29
3.5.2	Factor B = Temperatura.....	29
3.5.3	Interacciones.....	29
3.6	Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de almidón de camote.....	31
3.6.1	Recepción.....	32
3.6.2	Pesado.....	32
3.6.3	Lavado.....	32
3.6.4	Pesado.....	32
3.6.5	Pelado.....	32
3.6.6	Rallado.....	33
3.6.7	Filtrado.....	33
3.6.8	Reposo.....	33
3.6.9	Secado.....	33
3.6.10	Pesado.....	34
3.6.11	Almacenado.....	34
3.7	Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de mortadela de pollo con almidón de camote.....	35
3.7.1	Recepción.....	36
3.7.2	Pesado.....	36
3.7.3	Lavado.....	37
3.7.4	Picado.....	38
3.7.5	Molido.....	38
3.7.6	Emulsificación.....	38
3.7.7	Mezclado.....	39
3.7.8	Embutido.....	39
3.7.9	Atado.....	39

3.7.10	Cocción.....	39
3.7.11	Enfriado.....	40
3.7.12	Almacenado.....	40
3.8	Control de calidad.....	40
3.9	Diseño experimental para la obtención de almidón de camote.....	41
3.9.1	Cantidad de Potasio existente en el almidón de camote.....	42
3.9.1.1	Discusión de resultados de la cantidad de Potasio en el almidón de camote....	43
3.9.2	Cantidad de Calcio existente en el almidón de camote.....	44
3.9.2.1	Discusión de resultados de la cantidad de Calcio en el almidón de camote.....	45
3.9.3	Cantidad de Magnesio existente en el almidón de camote.....	46
3.9.3.1	Discusión de resultados de la cantidad de Magnesio en el almidón de camote.....	47
3.9.4	Cantidad de Cobre existente en el almidón de camote.....	48
3.9.4.1	Discusión de resultados de la cantidad de Cobre en el almidón de camote....	49
3.9.5	Cantidad de Hierro existente en el almidón de camote.....	50
3.9.5.1	Discusión de resultados de la cantidad de Hierro en el almidón de camote.....	51
3.9.6	Cantidad de Zinc existente en el almidón de camote.....	52
3.9.6.1	Discusión de resultados de la cantidad de Zinc en el almidón de camote.....	53
3.9.7	Cantidad de Manganeso existente en el almidón de camote.....	54
3.9.7.1	Discusión de resultados de la cantidad en ppm de Manganeso en el almidón de camote.....	55
3.9.8	Porcentajes de humedad en el almidón de camote.....	56
3.9.8.1	Discusión de resultados para el porcentaje de humedad en el almidón de camote.....	57
3.9.9	Porcentajes de rendimiento en el almidón de camote.....	58
3.9.9.1	Discusión de resultados para el porcentaje de rendimiento en el almidón de camote.....	59
3.9.10	Porcentajes de ceniza en el almidón de camote.....	59
3.9.10.1	Discusión de resultados para el porcentaje de ceniza en el almidón de camote.....	60
3.10	Análisis de encuestas.....	61
3.10.1	Tabulación y Gráficas de la información de las encuestas.....	61

3.10.1.1	Análisis de color.....	62
3.10.1.2	Análisis de olor.....	63
3.10.1.3	Análisis de sabor.....	64
3.10.1.4	Análisis de textura.....	65
3.10.1.5	Análisis general de todas las características.....	66

CAPITULO IV

4.1	Balance de materia para la obtención de almidón de camote.....	67
4.1.1	Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de almidón de camote a nivel laboratorio.....	67
4.1.2	Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de mortadela de pollo con almidón de camote.....	80
4.2	Balance de energía en el secado del almidón de camote a nivel laboratorio.....	91
4.2.1	Balance de energía del secado.....	92
4.2.1.1	Cálculo del calor de las paredes verticales.....	92
4.2.1.2	Cálculo del calor de las paredes frontal y posterior.....	96
4.2.1.3	Cálculo del calor de las paredes horizontales.....	99
4.2.1.4	Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador.....	102
4.2.1.5	Cálculo del calor practico del producto.....	103
4.2.1.6	Cálculo del calor teórico del producto.....	103
4.2.1.7	Porcentaje de eficiencia del secador.....	104
4.2.1.8	Cálculo del coeficiente global de transferencia del calor a nivel de laboratorio.....	105
4.3	Curva de secado del almidón.....	106
4.3.1	Perdida de humedad.....	108
4.3.2	Contenido de humedad.....	108
4.3.3	Velocidad de secado.....	108
4.4	Rendimiento.....	110
4.4.1	Rendimiento del almidón.....	110

4.5	Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de almidón de camote a nivel piloto.....	111
4.6	Diseño del secador a nivel piloto.....	113
4.6.1	Área de transferencia de calor a nivel piloto.....	113
4.6.2	Flujo másico del aire.....	114
4.6.2.1	Cálculo de la humedad absoluta del aire que ingresa W_L	114
4.6.2.2	Cálculo de la humedad absoluta del aire que sale W_T	115
4.6.2.3	Balance húmedo del sistema.....	115
4.6.2.4	Cantidad del calor total del secador.....	116
4.6.2.5	Cálculo del área.....	117
4.6.2.5	Dimensionamiento de bandejas.....	117
4.7	Costos.....	119
4.7.1	Costos del almidón de camote.....	119
4.7.2	Costos de la mortadela.....	120

CAPITULO V

5.1	Conclusiones.....	121
5.2	Recomendaciones.....	122
	BIBLIOGRAFIA.....	124
	ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01.-	Composición química del camote.....	10
Cuadro N° 02.-	Características del almidón usado en laboratorio.....	14
Cuadro N° 03.-	Características de los almidones comunes.....	15
Cuadro N° 04.-	Combinación de los tratamientos en el secado del almidón.....	30
Cuadro N° 05.-	Esquema del ADEVA.....	30
Cuadro N° 06.-	Porcentajes de humedad y sólidos totales.....	32

Cuadro N° 07.-	Parámetros de secado.....	33
Cuadro N° 08.-	Formulaciones para la elaboración de mortadela de pollo con almidón de camote.....	37
Cuadro N° 09.-	Aditivos para la mortadela.....	37
Cuadro N° 10.-	Análisis bromatológicos de la materia prima.....	40
Cuadro N° 11.-	Análisis bromatológicos de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	40
Cuadro N° 12.-	Análisis microbiológicos de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	41
Cuadro N° 13.-	Factores y niveles de estudio.....	41
Cuadro N° 14.-	Cantidad en ppm de Potasio en el almidón de camote.....	42
Cuadro N° 15.-	Cantidad en ppm de Calcio en el almidón de camote.....	44
Cuadro N° 16.-	Cantidad en ppm de Magnesio en el almidón de camote.....	46
Cuadro N° 17.-	Cantidad en ppm de Cobre en el almidón de camote.....	48
Cuadro N° 18.-	Cantidad en ppm de Hierro en el almidón de camote.....	49
Cuadro N° 19.-	Cantidad en ppm de Zinc en el almidón de camote.....	52
Cuadro N° 20.-	Cantidad en ppm de Manganeso en el almidón de camote.....	54
Cuadro N° 21.-	Porcentaje de humedad en el almidón de camote.....	56
Cuadro N° 22.-	Porcentaje de rendimiento en el almidón de camote.....	58
Cuadro N° 23.-	Porcentaje de ceniza en el almidón de camote.....	59
Cuadro N° 24.-	Porcentaje de componentes de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	61
Cuadro N° 25.-	Encuestas sobre el color de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	62
Cuadro N° 26.-	Encuestas sobre el olor de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	63
Cuadro N° 27.-	Encuestas sobre el sabor de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	64
Cuadro N° 28.-	Encuestas sobre la textura de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	65
Cuadro N° 29.-	Comparación de todas las características organolépticas.....	66
Cuadro N° 30.-	Datos técnicos de la estufa.....	91

Cuadro N° 31.-	Datos experimentales para la curva de secado (70°C) del almidón de camote.....	106
Cuadro N° 32.-	Pérdida de humedad (XT) del almidón.....	108
Cuadro N°33.-	Velocidad de secado.....	109
Cuadro N° 34.-	Rendimiento del almidón.....	110
Cuadro N° 35.-	Costos de producción del almidón.....	119
Cuadro N°36.-	Costos de producción de la mortadela.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01.-	Camote (Ipomoea batatas).....	5
Figura N°02.-	Ilustración de un secador de platos.....	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01.-	Color de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	62
Gráfico N° 02.-	Olor de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	63
Gráfico N° 03.-	Sabor de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	64
Gráfico N° 04.-	Textura de la mortadela de pollo con almidón de camote.....	65
Gráfico N° 05.-	Grafico general de todas las características.....	66
Gráfico N° 06.-	Secador.....	91
Gráfico N° 07.-	Balance de energía del secador.....	92
Gráfico N° 08.-	Área de las paredes verticales del secador.....	95
Gráfico N° 09.-	Área de las paredes frontal y posterior del secador.....	98
Gráfico N° 10.-	Área de las paredes horizontales.....	102
Gráfico N° 11.-	Área de las bandejas del secador.....	105
Gráfico N° 12.-	Curva de secado del almidón.....	109
Gráfico N° 13.-	Velocidad de secado del almidón.....	110

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Tecnológica Equinoccial, tiene como finalidad aportar con nuevas alternativas de industrialización del camote un tubérculo que se lo cultiva en varias zonas del Ecuador pero no se lo industrializa, lo que ha causado problemas a los agricultores que lo cultivan ya que no tiene mercado. Por tal razón este trabajo describe el proceso de obtención del almidón de camote para ser utilizado como aglutinantes en la elaboración de mortadela con cierto contenido de minerales provenientes de este tubérculo.

En la obtención del almidón de camote se utilizó diferentes temperaturas y tiempos de secado, obteniendo como mejor tratamiento el de 70°C durante 3 horas, ya que al realizar los análisis físico químico dio como resultado alto contenido de K, Ca y P.

Una vez obtenido el almidón se fabricó una mortadela de pollo con el 12% de almidón, sustituyendo de esta manera la harina que comúnmente se utiliza y ofreciendo una alternativa de industrialización y por ende de mercado a los productores.

Al producto se lo realizó un análisis microbiológico para determinar el tiempo de vida útil, cuyos resultados demostraron que es inocuo y puede durar 15 días almacenado a temperatura de refrigeración en su empaque respectivo. Finalmente a esta mortadela se realizó pruebas de catación, la cual tuvo buenos resultados con un diagnóstico de excelente tanto en color, olor, sabor y textura.

El costo del almidón de camote es de USD 2.98 el kilo, con lo que se puede concluir que tiene un rendimiento menor al de que proviene de la yuca ya que este es solo del 8,5%.

Los residuos que provienen de la obtención del camote se pueden utilizar en la elaboración de abonos orgánicos o como complemento para la alimentación animal por su contenido de fibra.

SUMMARY

This research was conducted at the Equinoctial Technological University, and is intended to provide alternatives to industrialization of the sweet potato, a tuber that is grown in several areas of Ecuador but it has not been industrialized, which has caused problems for farmers who grow it because it does not have a market. For this reason, this work describes the process for obtaining the potato starch to use it as a binder in the production of bologna with some mineral content from the tuber.

In the production of starch potatoes, different temperatures and drying times were used, getting as the best treatment 70°C for 3 hours, because when making the physical and chemical analysis resulted in a high content of potassium, calcium and phosphorus (K, Ca and P).

Once the starch was gotten, a chicken bologna was produced with the 12% of starch, thus replacing the flour that is commonly used and offering an industrialization alternative and therefore a market alternative for farmers.

The product was analyzed microbiologically to determine its life time, and the results showed that it is safe and can last 15 days when stored under refrigeration in their respective packaging. Finally, this bologna was tested, which had good results with a diagnosis of excellence in color, smell, taste and texture.

The cost of starch from sweet potato is \$2.98 per kilo, so that it can be concluded that it has a lower yield compared to the one that comes from cassava, as this is only 8.5%.

Waste from the collection of sweet potato can be used in the production of organic fertilizer or as a feed supplement for its fiber content.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

“El Ecuador por su posición sobre la línea ecuatorial goza de toda clase de climas, lo que le permite tener diversidad de cultivos, siendo el camote (*Ipomoea batatas* L.) Uno de los cultivos tradicionales explotados en la sierra, costa y oriente ya que contiene un alto poder alimenticio para adultos y especialmente en niños, pero en la actualidad no existe una industria especializada en la obtención de almidón a base del camote para ser utilizado como aglutinante en la elaboración de embutidos en la industria cárnica, por lo que no permite aprovechar las materias primas ricas en almidón como las que contiene este tubérculo”.¹

1.1.2 PRONÒSTICO

La presente investigación se plantea en vista de que en las zonas subtropicales del Ecuador existe una cantidad considerable de producción de camote, pero este producto no es muy apetecido en el mercado, por lo que una gran parte de esta se pierde en la alimentación de animales, decir no se lo utiliza correctamente ni se la industrializa por lo que se perderá la producción y por ende los ingresos económicos de estos productores.

1.1.3 CONTROL DE PRONÒSTICO

Con esta investigación se pretende industrializar el camote con la obtención de almidón de camote para la utilización en productos cárnicos, así utilizar toda la materia prima

¹<http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/peru/gloria.htm>

producida en estos sectores y que esta no se pierda como lo viene haciendo en estos momentos.

1.1.4 FORMULACIÓN

Se aplicará el método de deshidratación para la obtención de almidón presente en el camote, para utilizarlo en la elaboración de mortadela.

1.1.5 PROBLEMA

¿Se podrá obtener almidón de camote para la utilización como aglutinante en la elaboración de mortadela de pollo?

CAUSA

Tiempo y temperatura de secado del almidón.

EFECTO

Para la elaboración de mortadela de pollo.

1.1.6 SISTEMATIZAR

¿Será necesario caracterizar la materia prima mediante un análisis físico, químico y bromatológico?

¿Será necesario controlar variación de tiempo y temperatura en el secado?

¿Será necesario realizar pruebas piloto de elaboración de sub productos?

¿Será necesario realizar un diseño del equipo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Obtener almidón de camote para la utilización como aglutinante en la elaboración de mortadela de pollo. Santo Domingo de los colorados 2010.

1.2.2 Objetivo específico

- Caracterizar la materia prima mediante análisis físico, químico y bromatológico para conocer la calidad del producto.
- Establecer el tiempo y temperatura de secado del almidón que permita obtener un producto de alta calidad.
- Determinar la funcionalidad del almidón de camote en la elaboración de mortadela de pollo.
- Diseñar un secador para la obtención del almidón del camote.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Impacto teórico

La presente investigación busca aprovechar el camote que posee un alto contenido de almidón tomando los conceptos básicos de técnicas de conservación de los alimentos por deshidratación, operaciones unitarias y tecnología de cárnicos de esta manera lograr un producto de excelente calidad.

1.3.2 Impacto Práctico

La presente investigación plantea buscar soluciones concretas a los problemas de poca utilización e industrialización del camote que mediante la obtención de almidón de camote pretendemos utilizarlo de mejor manera y así exista mayor consumo y aplicación de este producto.

1.3.3 Impacto Metodológico

Con la finalidad de lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos se deberá recurrir a métodos de laboratorio para la obtención de almidón de camote y determinar la formulación adecuada para agregar en la elaboración de mortadela.

1.3.4 Impacto social

En vista de que el camote no ha sido industrializado en gran escala, a través de esta investigación podemos obtener almidón para que sea utilizado en la industria alimenticia en este caso en la elaboración de mortadela buscando así un nuevo producto para el mercado y además que el almidón pueda tener múltiples usos a nivel industrial por lo que los agricultores que se dedican al cultivo tendrían una mejor calidad de vida.

1.3.5 Factibilidad

La presente investigación cuenta con la logística y apoyo de la universidad, y los costos de producción serán cubiertos por el investigador.

1.3.6 Limitantes

Uno de los principales limitantes que existe en la obtención de este producto es el transporte de materia prima ya que esta se la encuentra en zonas alejadas de la provincia.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis Alternativa

La variación de tiempo y temperaturas esta influenciando significativamente en el secado del almidón de camote.

1.4.2. Hipótesis Nula

La variación de tiempo y temperaturas no está influenciando significativamente en el secado del almidón de camote.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO.

2.1. Camote.

“Es el tubérculo que se obtiene de la planta del mismo nombre y que se consume como hortaliza. Pesa entre 0,5 y 3 Kg y presenta una forma alargada, aunque existen ejemplares casi esféricos. Existen más de 400 variedades de camote que se diferencian tanto por el color de su piel y de la carne como por su textura, suave o áspera. Las más comunes son las de piel roja o rosada y carne blanca. Es una especie de la familia de las convolvuláceas, Sección, Batatas (sistema de clasificación de Van Ooststroom, 1953) cuyo nombre científico es *Ipomoea Batata*”.²

Fig.Nº 01:

Camote (*Ipomoea Batata*)



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

2.2. Origen del camote

El camote (*Ipomoea batatas*), fue domesticado primero en América Central, lo cual significa que fue cultivado desde la época prehispánica, ha ido cobrando cada vez mayor espacio en la alimentación humana, puesto que principalmente estuvo destinado a la alimentación de cerdos.

²FAUSTO FOLQUER LA BATATA (CAMOTE) estudio de la planta y su producción comercial.

Hoy en día el camote se distribuye por todo el Perú, en costa, sierra y selva, prefiriendo los climas tropicales y templados, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm.

2.3. CLASIFICACION TAXONOMICA DEL CAMOTE

Nombre común o vulgar: **Camote**

Nombre científico o latino: ***Ipomoea batata***

Familia: Convolvuláceas (Convolvulaceae).

Origen: Zona tropical americana.

Planta vivaz, pero que se cultiva como anual.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

2.4.1. Raíces

“Las raíces es la parte más importante de la planta, ya que constituye el objeto principal del cultivo. Son tuberosas (falsos tubérculos) que son tiernas harinosas, azucaradas. Junto a ellas las raíces normales”.³

“Las raíces son abundantes y ramificadas, produciendo unos falsos tubérculos de formas y colores variados (según variedad), de carne excelente, hermosa, azucarada, perfumada y rica en almidón, con un elevado contenido en caroteno y vitamina C y una proporción apreciable de proteínas”.⁴

2.4.2. Tallos

Los tallos o guías delgados, largos (entre 1 a 6 m), de color verde jaspeado con púrpura y sobre los cuales se disponen alternadamente hojas medianas, pecioladas, de color oscuro a oliva, a veces con manchas púrpuras, y de forma cordada o lobulada.

³FAUSTO FOLQUER LA BATATA (CAMOTE) estudio de la planta y su producción comercial.

⁴FAUSTO FOLQUER LA BATATA (CAMOTE) estudio de la planta y su producción comercial.

2.4.3. Flores

“Las flores son axilares, generalmente solitarias, y similares a las del suspiro, de color rosado a azul; poseen 5 sépalos, 5 estambres y un ovario súpero de 2 a 4 carpelos, con estigma bilobulado”.⁵

2.4.4. Fruto

El fruto es una cápsula globosa, generalmente bilocular y castaña, con semillas angulosas, glabras, planas por un lado y convexas por el otro.

Los tubérculos se consumen cocidos, en platos dulces y salados y especialmente asados o al horno.

2.5. Alternativas de utilización del camote.

El cultivo del camote juega un rol importante en la alimentación humana y animal. En la alimentación animal, principalmente de rumiantes, el follaje (hojas y tallos) del camote se utiliza en forma periódica. Así mismo, en ciertos casos se utiliza las raíces no comerciales como fuente de energía, principalmente en la alimentación de cerdos. Esta situación ocurre al final de la cosecha del cultivo. Sin embargo, la producción animal demanda en forma continua el uso de energía y proteína, donde las hojas de camote como forraje pueden jugar un rol importante.

Sus hojas, el follaje y las raíces tuberosas de este cultivo son muy importantes en la alimentación de ganado vacuno lechero y otros animales (caprino, ovino, cuyes conejos y porcinos) por su alto contenido de proteína (16%) que es muy similar a la alfalfa hace que sea un alimento que estimula la producción de leche.

“En el campo de la medicina uso de una crema de camote para mujeres que no pueden tomar estrógenos durante la menopausia, como un método preventivo para evitar la

⁵FAUSTO FOLQUER LA BATATA (CAMOTE) estudio de la planta y su producción comercial.

osteoporosis. Además este tubérculo ayuda a aumentar la densidad de los huesos y contribuye a reducir la depresión y el sobrepeso”.⁶

2.5.1. Fuentes de vitamina A

La vitamina A proviene de fuentes animales como los huevos, la carne, la leche, el queso, la crema de leche, el hígado, el riñón y el aceite de hígado de bacalao y de hipogloso. Sin embargo, todas estas fuentes, a excepción de la leche descremada fortificada con vitamina A, tienen un alto contenido de grasa saturada y colesterol.

“Las fuentes de betacaroteno son las zanahorias, la calabaza, la batata o camote, el melón, el calabacín, el melón cantalupo, la toronja, el albaricoque, el brócoli, la espinaca y la mayoría de las hortalizas de hoja verde. Cuanto más intenso es el color de la fruta u hortaliza, mayor es el contenido de betacaroteno. Estas fuentes vegetales de betacaroteno no tienen grasa ni colesterol.”⁷

El camote también es medicinal porque cura los hinchazones, infecciones de la piel, caracha, várices, reumatismo, antiinflamatorio, vulnerable y la picadura de insectos como chinches y escorpiones; además las hojas y raíces sirven para alimentar a diferentes ganados.

Su consumo es muy importante en el caso de deficiencia de vitamina A, sobre todo teniendo en cuenta que anualmente 2.5 millones de niños de los países en desarrollo padecen de ceguera total o parcial por carencia de esa vitamina. Según estudio etnográfico realizado en Lima, la mayoría de madres consideran al camote un alimento apreciado por los niños.

2.6. Exportación

La exportación de camote a nivel mundial se ha duplicado entre el 2000 y el 2005. Canadá, Francia, Inglaterra y Holanda son grandes consumidores e intermediarios; ellos

⁶http://www.sian.info.pe/porcinos/publicaciones/Public_tecnicas/carlosl.htm

⁷<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002400.htm>

importaron 65 millones de dólares de camote fresco y procesado en el 2005, los precios varían desde 400 hasta 1300 dólares la tonelada, respectivamente.

En Cuba es considerado un cultivo de primera necesidad, ellos siembran 60,000 ha de camote, procesan la mayor parte de la cosecha y en forma semilíquida alimentan cerdos, aprovechando toda la energía calórica residual de su avanzada industria azucarera.

“El Perú posee la mayor diversidad de variedades de camote del mundo, en ecosistemas similares a los de Ecuador. Tienen un Instituto Agroindustrial dedicado por entero al camote. Lo siembran en la costa, selva y valles ubicados entre los 20 y 2000 metros de altura. El rendimiento promedio nacional del Perú es de 16 Tn/ha”.⁸

2.7. VARIEDADES DE CAMOTE

Las variedades de camote se clasifican según su sabor y color en: camotes dulces (blancos y rosados), y camotes desabridos (o papa camote) (Cousin, citado por Berrú y Carrillo 1984).

En la actualidad, al describir un cultivar se toma en cuenta el carácter de la pulpa, húmeda o seca (moist o drytipe), aclarando que estos términos se refieren al ablandamiento de los camotes cuando se cocinan, como consecuencia del desdoblamiento de los almidones en maltosa. Según este factor, y el del color de la pulpa, la siguiente es la agrupación de las variedades con mayor difusión mundial (Folquer 1978):

- Tipo seco:
 1. Pulpa blanca o cremosa.
 2. Pulpa amarilla.
 3. Pulpa morada.

- Tipo húmedo:
 1. Pulpa anaranjada (con alto contenido en carotenoides).
 2. Pulpa amarilla.

⁸http://www.agrogestion.ec/camote_peninsula.pdf

2.8. Composición química del camote o batata:

Cuadro N° 1

Composición química del camote.	
Humedad	70%
Carbohidratos totales	26,1 g
Proteína	1,5 g
Lípidos	0,3 g
Calcio	32 mg
Fósforo	39 mg
Hierro	0,7 mg
Fibras digeribles	3,9 g
Energía	111 kcal

Fuente; Guátécnica del cultivo del camote.

2.9. Almidón

Uno de los principales productos obtenidos de la industrialización del camote es el **almidón**, es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual. Del mismo modo, la cantidad de almidón utilizado en la preparación de productos alimenticios, sin contar el que se encuentra presente en las harinas usadas para hacer pan y otros productos de panadería.

Los almidones comerciales se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum* spp.), varios tipos de arroz (*Oryza sativa*), y de algunas raíces y tubérculos, particularmente de patata (*Solanum tuberosum*), batata (*Ipomoea batatas*) y mandioca (*Manihot esculenta*). Tanto los almidones como los almidones modificados tienen un número enorme de posibles aplicaciones en los alimentos, que incluyen las siguientes: adhesivo, ligante, enturbiantes, formador de películas, estabilizante de espumas, agente anti-envejecimiento de pan, gelificante, glaseante, humectante, estabilizante, texturizante y espesante.

El almidón se diferencia de todos los demás carbohidratos en que, en la naturaleza se presenta como complejas partículas discretas (gránulos). Los gránulos de almidón son relativamente densos, insolubles y se hidratan muy mal en agua fría. Pueden ser dispersados en agua, dando lugar a la formación de suspensiones de baja viscosidad que pueden ser fácilmente mezcladas y bombeadas, incluso a concentraciones mayores del 35%.

2.9.1. Estructura del almidón

Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas. Puesto que la cristalinidad es producida por el ordenamiento de las cadenas de amilopectina, todos los gránulos de almidón tienen parecido grado de cristalinidad. La amilosa es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos(1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una α -D-(1,4)-glucana cuya unidad repetitiva es la α -maltosa.

“La amilopectina se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes. Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina y son conocidos como céreos. La amilopectina de papa es la única que posee en su molécula grupos éster fosfato, unidos más frecuentemente en una posición O-6, mientras que el tercio restante lo hace en posición O-3.”⁹

2.9.2. Aplicaciones industriales del almidón

El almidón es el principal polisacárido de reserva de la mayoría de los vegetales, y la principal fuente de calorías de la mayoría de la Humanidad. Es importante como constituyente de los alimentos en los que está presente, tanto desde el punto de vista

⁹Introducción a la Bioquímica de los alimentos de J.B.S. Braverman

nutricional como tecnológico. Gran parte de las propiedades de la harina y de los productos de panadería y repostería pueden explicarse conociendo el comportamiento del almidón.

Además el almidón, aislado, es un material importante en diversas industrias, entre ellas la alimentaria. La técnica para su preparación se conocía ya en el antiguo Egipto, y está descrita por diversos autores clásicos romanos. En esas épocas se utilizaba especialmente para dar resistencia al papiro, y como apresto de tejidos. Actualmente la industria alimentaria es un gran consumidor, al ser el más barato de los materiales gelificantes.

A nivel mundial, son importantes fuentes de almidón el maíz, trigo, patata y mandioca. A escala local, o para aplicaciones especiales, se obtiene también almidón de la cebada, avena, centeno, sorgo, sagú, guisante, batata y arrurruz.

“El almidón más importante desde el punto de vista industrial es el de maíz. Al año se utilizan unos 60 millones de toneladas de maíz para fabricar almidón, bien para su uso como tal o como materia prima para la obtención de glucosa y fructosa.”¹⁰

2.9.3. Propiedades del almidón

- Carece de sabor dulce
- Por hidrólisis parcial se obtienen cadenas más cortas que resultan de la hidrólisis parcial del almidón son las dextrinas, encontrándose en la miel, fruta, algunos zumos.
- Es insoluble en agua fría, en agua caliente forman pastas y geles cuyas características varían con el tipo de almidón utilizado.

En el comercio existe almidón natural y modificado (han sufrido alguna modificación en su estructura, tienen diferentes propiedades).

Son féculas y almidones las materias amiláceas que se obtienen por tratamiento adecuado de determinados tubérculos, raíces, granos de cereales o leguminosas o de

¹⁰<http://es.wikipedia.org/wiki/Almid%C3%B3n>

otros órganos vegetales; Producto constituido por los granos microscópicos extraídos de las células vegetales y que están compuestos exclusivamente por grupos de D glucosa

“Un fenómeno importante que presenta que presenta el almidón es la **gelatinización**, al echar granos de almidón en agua, se produce una dispersión ya que no es soluble, pero los granos son capaces de embeber agua, este fenómeno aumenta con la temperatura. Es un proceso irreversible. A una determinada temperatura el grano se rompe y aparece la gelatinización. Cada almidón tiene un punto de gelatinización diferente, el trigo 80-85 grados, el maíz 70-72 y la patata 60-65 grados. Las dispersiones de almidón son viscosas y esta viscosidad varía con la temperatura. Los geles pueden cristalizar con el tiempo esto es la **RETROGRADACION**, la dispersión se calienta hasta una temperatura inferior a la gelatinización y se enfría. El almidón puede dar **sinéresis**, es decir el gel con el tiempo pierde agua, acentuándose con tratamientos extremos: congelación y fritura.”¹¹

Las modificaciones pueden hacerse por distintas técnicas:

Pre gelatinización

El almidón pasa por unos rodillos calientes, aumentando la capacidad para embeber agua incluso en frío.

Fluidificación

El almidón se trata con HCl diluido a 50 grados, disminuyendo la longitud de las cadenas de almidón; tiene la ventaja de que permite trabajar con mayor concentración de almidón para conseguir la misma viscosidad.

Reticulación

Se pretende evitar que el gel de almidón cristalice, forma enlaces transversales entre las diferentes estructuras de almidón. De esta forma obtengo un almidón con propiedades gelificantes, espesantes, independientemente del tratamiento térmico.

¹¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Almid%C3%B3n>

Estabilización

En el almidón natural los principales responsables de la cristalización son las cadenas ramificadas de la amilopectina. En este proceso se metilan; idóneo para salsas.

2.9.4. Forma de los granos de almidón

El tamaño y la forma de los granos de almidón de las células del endospermo, varía de un cereal a otro; en el trigo, centeno, cebada, maíz, sorgo y mijo, los granos son sencillos, mientras que los de arroz son compuestos. La avena tiene granos sencillos y compuestos predominando estos últimos.

La mayor parte de los granos de almidón de las células del endospermo prismático y central del trigo tiene dos tamaños: grande, 30-40 micras de diámetro, y pequeño, 1-5 micras, mientras que los de las células del endospermo sub-aleurona, son principalmente de tamaño intermedio 6-15 micras de diámetro. En las células del endospermo sub-aleurona hay relativamente más proteína y los granos de almidón están menos apretados que en el resto del endospermo.

Cuadro N° 2

Características del almidón usado en el laboratorio

Origen del almidón	Márgenes de temperatura de gelificación (° C)	Forma del grano	Tamaño del grano (nm)
Trigo	58 – 64	Lenticular Redondo	20-352-10

Fuente;<http://es.wikipedia.org/wiki/Almid%C3%B3n>

2.9.5. Gelatinización del almidón

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden contener agua al aumentar la temperatura, es decir los gránulos de almidón sufren el proceso denominado gelatinización o gelificación. Durante la gelatinización se produce la lixiviación de la

amilosa, la gelatinización total se produce normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura, siendo los gránulos más grandes los que primero gelatinizan.

Los diversos estados de gelatinización pueden ser determinados. Estos estados son: la temperatura de iniciación (primera observación de la pérdida de birrefringencia), la temperatura media, la temperatura final de la pérdida de birrefringencia (TFPB, es la temperatura a la cual el último gránulo en el campo de observación pierde su birrefringencia), y el intervalo de temperatura de gelatinización.

Al final de este fenómeno se genera una pasta en la que existen cadenas de amilosa de bajo peso molecular altamente hidratadas que rodean a los agregados, también hidratados, de los restos de los gránulos.

Cuadro N° 3

Características de los almidones comunes

Tipo de almidón	Maíz	Trigo
Amilosa	27 %	24 %
Forma del gránulo	Angular poligonal, esférico	Esférico o lenticular
Tamaño	5-25 micras	11-41 micras
Temperatura de gelatinización	62-72 °C	58-64 °C
Características del gel	Tiene una viscosidad media, es opaco y tiene una tendencia muy alta a gelificar	Viscosidad baja, es opaco y tiene una alta tendencia a gelificar

Fuente;<http://es.wikipedia.org/wiki/Almid%C3%B3n>

2.9.6. Oportunidades comerciales del almidón.

Hasta hace poco tiempo, los mercados mundiales de los almidones estaban prácticamente cerrados a las importaciones. Los derechos eran tan elevados que era casi imposible vender otra cosa que los productos más básicos, a precios dictados por los compradores. Se consideraba absurda toda idea de añadir valor a los almidones de los países en desarrollo.

La aplicación comercial rentable de los almidones tropicales tiene muchas posibilidades. Pero para explotar adecuadamente estos materiales hace falta una enorme cantidad de investigación y crear un nuevo tipo de productos. La industria internacional de almidones ya ha establecido el modelo de calidad y confiabilidad del producto. Si los almidones tropicales producidos localmente no logran alcanzar un nivel comparable de calidad, funcionalidad o confiabilidad, sencillamente no sobrevivirán en el mercado competitivo. Un medio comercial más equitativo de todas formas tiene sus límites.

Queda mucho por hacer en cuanto a las características que hacen más conveniente la distribución de estos productos y más fácil su transformación, y que ponen de relieve las propiedades físicas, químicas y orgánicas requeridas por los mercados a los que se destinan. Para los almidones que carezcan de las características funcionales innatas buscadas, habrá que realizar un esfuerzo mayor para agregarles valor o modificarlos para que puedan competir internacionalmente.

El estudio del Servicio de Agroindustrias afirma que la guía más importante de la investigación práctica es sin duda el mercado. Los mercados grandes requieren un suministro constante, y precios y calidad confiables. Se niegan a tomar iniciativas y es en extremo difícil interesarlos en productos nuevos a menos que se garanticen estos criterios. Los mercados grandes también necesitan tiempo para probar y comprobar los productos nuevos, hasta estar por completo seguros de que son adecuados (piénsese, por ejemplo, en los problemas que tendría una gran empresa productora de papel, si cinco mil toneladas de papel blanco se hicieran amarillas después de un año en los estantes, porque un nuevo aditivo de almidón resultó inestable).

2.9.7. Como añadir valor a los almidones tropicales

Respecto a las propiedades funcionales de los almidones, la mayor parte de las empresas comerciales estudian las características de los almidones competitivos en aplicaciones específicas. A este objetivo hay que dirigirse. Cuando los almidones tropicales no pueden satisfacer estas características, la única opción es alguna forma de añadirles valor. Esto puede ser tan simple como esterilizar los productos necesarios para la industria farmacéutica, o bien una modificación química muy compleja para ofrecer propiedades por completo distintas del almidón tropical.

2.10. Operaciones unitarias

2.10.1. Secado

Desde la antigüedad el ser humano ha utilizado el secado como una de las técnicas de conservación de alimentos más comunes y sencillas, por tal motivo han pasado cientos de siglos y esta técnica sigue siendo utilizada y esto gracias a su eficacia. “El secado es un proceso en el cual se elimina la humedad de un producto alimentario para reforzar su estabilidad, transportabilidad, sabor y textura”¹²

“El propósito principal de la deshidratación es prolongar la durabilidad del producto final. El objetivo principal es reducir el contenido de humedad del producto a un nivel que limite el crecimiento microbiano y las reacciones químicas. El aire caliente es usado en muchas operaciones de secado, por lo que los secadores de aire caliente han estado por muchos años alrededor del mundo”¹³

2.10.2. Operaciones de secado

Existen varios tipos de operaciones de secado, que se diferencian entre sí por la metodología seguida en el procedimiento de secado; puede ser por eliminación de agua de una solución mediante el proceso de ebullición en ausencia de aire; también puede ser por eliminación de agua mediante adsorción de un sólido, y por reducción del

¹²LOMAS, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002

¹³Cánovas, Barbosa G., Dehydration of foods, Chapman and Hall. 1996. 1ª edición

contenido de líquido en un sólido, hasta un valor determinado mediante evaporación en presencia de un gas.

Los sólidos que se secan pueden tener formas diferentes -escamas, gránulos, cristales, polvo, tablas o láminas continuas- y poseer propiedades muy diferentes.

El producto que se seca puede soportar temperaturas elevadas o bien requiere un tratamiento suave a temperaturas bajas o moderadas. Esto da lugar a que en el mercado exista un gran número de tipos de secadores comerciales. Las diferencias residen fundamentalmente en la forma en que se mueven los sólidos a través de la zona de secado y en la forma en la que se transmite calor al producto a secar.

2.10.3. Clasificación de los secadores

Los secadores se clasifican según:

1. El método de transmisión de calor a los sólidos húmedos

- Secadores directos.
- Secadores indirectos.
- Secadores diversos.
- Secadores discontinuos o por lote.
- Secadores continuos.
- Secadores para sólidos granulares o rígidos y pastas semisólidas.
- Secadores que pueden aceptar alimentaciones líquidas o suspensiones.

El primer método de clasificación revela las diferencias en el diseño y el funcionamiento del secador, mientras que el segundo es más útil para seleccionar entre un grupo de secadores que se someten a una consideración preliminar en relación con un problema de desecación específico.

2.10.3.1. Secadores directos

La transferencia de calor para la desecación se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. El líquido vaporizado se arrastra con el medio de

deseccación; es decir, con los gases calientes. Los secadores directos se llaman también secadores por convección.

- Secadores D-Continuos: la operación es continua sin interrupciones, en tanto se suministre la alimentación húmeda. Es evidente que cualquier secador continuo puede funcionar en forma intermitente o por lotes, si así se desea.
- Secadores D-Por lotes: se diseñan para operar con un tamaño específico de lote de alimentación húmeda, para ciclos de tiempo dado. En los secadores por lote las condiciones de contenido de humedad y temperatura varían continuamente en cualquier punto del equipo.

2.10.3.2. Secadores indirectos

El calor de desecación se transfiere al sólido húmedo a través de una pared de retención. El líquido vaporizado se separa independientemente del medio de calentamiento. La velocidad de desecación depende del contacto que se establezca entre el material mojado y las superficies calientes. Los secadores indirectos se llaman también secadores por conducción o de contacto.

- Secadores I-Continuos: la desecación se efectúa haciendo pasar el material de manera continua por el secador, y poniéndolo en contacto con las superficies calientes.
- Secadores I-Por lotes: en general los secadores indirectos por lotes se adaptan muy bien a operaciones al vacío. Se subdividen en tipos agitados y no agitados.

2.10.4. Equipos de secado

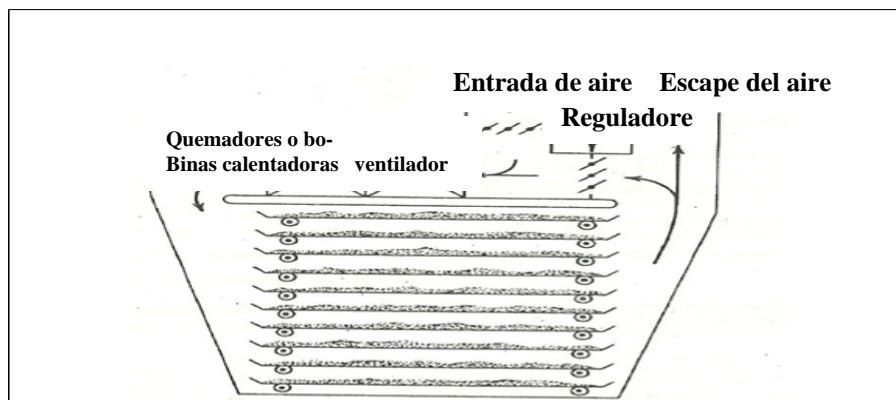
Las operaciones de secado pueden clasificarse ampliamente según que sean por lotes o continuas. Estos términos pueden aplicarse específicamente desde el punto de vista de la sustancia que está secando.

El equipo de secado, puede ser tan sencillo como un soplador con una resistencia adaptada, o tan complejo como un secador rotatorio.

2.10.5. Secadores de platos

Fig. N°: 02

Ilustración de un secador de platos



Fuente: Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

“El producto es colocado en las bandejas mientras el aire es calentado por combustión directa de un combustible a estos secadores se les adiciona reguladores para regular el aire que entra y sale del secador y de esta manera regular la humedad dentro del secador.”¹⁴

Considérese el sistema secador que se ilustra en la Fig. N°:08 Un balance de energía para este sistema da:

$$Q = M_{pe} C_{pe} (T_{pe} - T_{pi}) + M_a (C_a (T_{ae} - T_{ai}) + w_{ai} (h_{ve} - h_{vi})) + M_{evap} (h_{ve} - h_{li}) + Q_{perdido}^{15}$$

En donde

Q = transferencia de calor que se necesita, las unidades son en Kw o Bhp.

M_{pe} = velocidad de flujo de la masa del producto que sale del sistema, en Kg/seg.

C_{pe} = calor específico del producto a la salida, en KJ/Kg * °C.

T_{pe} = temperatura del producto a la salida, en °C

¹⁴Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

¹⁵Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

T_{pi} = temperatura del producto a la entrada, en °C

M_a = velocidad de flujo de masa del aire seco a la entrada del secador, en Kg/seg.

C_a = calor específico a presión constante del aire seco, en KJ/Kg * °C.

T_{ae} = temperatura del aire a la salida en °C.

T_{ai} = temperatura del aire a la entrada, en °C

w_{ai} = humedad absoluta del aire que entra al secador, Kg H₂O/Kg Aire Seco

h_{ve} = entalpía del vapor de agua en la salida del aire, en KJ/Kg vapor de agua.

h_{vi} = entalpía del vapor de agua en la entrada del aire, en KJ/Kg vapor de agua.

M_{evap} = velocidad de evaporación dentro del secador, Kg/seg.

h_{li} = entalpía del agua líquida en la entrada del producto, en KJ/Kg

$Q_{perdido}$ = pérdida del calor a través de las paredes por fuga del aire, en Kw o Bhp.

$$Q = U * A * \Delta T^{16}$$

En donde:

Q = Velocidad de transmisión de calor, las unidades son W o BTU.

U = Coeficiente de transferencia de Calor global entre la fuente calorífica y la superficie, la unidad es W/m²°C.

A = Es el área de transferencia de calor, las unidades son m² o pie².

ΔT = Es la diferencia de temperaturas, las unidades son °C o °F.

2.10.6. Mecanismos de transferencia de calor

El tema de transferencia de calor se refiere a cómo se puede lograr un calentamiento o un enfriamiento. “Los problemas de transferencia de calor se pueden poner en dos categorías. Transferencia de calor en estado estacionario significa en la cual las propiedades del sistema no cambian con el tiempo, y transferencia de calor transitoria denota una situación donde las propiedades cambian con el tiempo”¹⁷ El calor se puede

¹⁶Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

¹⁷Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

transmitir por conducción, convección y radiación, aunque existen casos en que estos procesos pueden tener lugar simultáneamente.

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

Dónde:

A=es el área de transferencia de calor en m² o pie²;

U = Coeficiente de transferencia de calor global en $W/m^2 \cdot K$

ΔT = es la diferencia de temperatura en °C o °F; y el calor esta en W o BTU.

2.10.6.1. Coeficiente global de transferencia de calor

La transferencia de calor comúnmente se encuentra en el procesamiento de alimentos que implica un proceso con múltiples etapas en el cual el calor transmite por convección, en parte de un fluido a la superficie de una pared sólida, después es conducido desde la superficie de la pared hacia otro fluido.

La obtención de coeficiente global de transferencia de calor se puede obtener a partir de la ecuación de calor:

$$Q/A = h (T_s - T_{\infty})$$

De donde:

Q/A= Flujo de calor, las unidades son W/m² o BTU/h.pie².

h = Coeficiente de transferencia de calor, las unidades son W/m².°C,BTU/h. pie²°F.

T_s = Temperatura de la superficie.

T_∞= Temperatura de corriente libre.

“El coeficiente de transferencia de calor h, depende de varios parámetros del fluido que incluyen conductividad, densidad, viscosidad y velocidad del fluido, nivel de turbulencia y posición en la superficie.”¹⁸

2.10.6.2. Calor específico

“Es la cantidad de energía térmica, (calor) que se necesita para aumentar un grado a la temperatura de una sustancia por unidad de masa.”¹⁹ Se mide en KJ/Kg °C.

¹⁸Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

Su ecuación es:

$$C_p = \frac{Q}{m * \Delta T}$$

El calor específico se puede obtener de una variedad de tablas, pero también se puede calcular por medio de infinitas ecuaciones empíricas.

2.10.6.3. Conductividad térmica

“Es la velocidad con la que el calor se trasmite a través de la unidad de espesor de un material cuando entre sus extremos existe una unidad de gradiente de temperatura”²⁰.

Se mide en J/m .s .°C o Kcal/m . h .°C. Se representa con la letra k y si k es alta significa que el cuerpo ofrece poca resistencia al paso de calor y viceversa.

2.10.7. Humedad.

Se denomina humedad a la cantidad de agua presente en el aire o en un producto. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, por ejemplo, una humedad relativa del 70% quiere decir que de la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%.

2.11. Origen de la mortadela

Probablemente sea la mortadela el embutido de origen italiano más conocido en el mundo; no es que se trate de la mejor especialidad del rico repertorio chacinero trasalpino, pero sí, sin duda, de la más imitada y, seguramente, la peor interpretada lejos de su zona de origen.

La mortadela, según parece, tiene carta de naturaleza boloñesa. Bolonia tiene, desde siempre, una justa fama en el terreno gastronómico. El nombre, según los eruditos, puede derivarse de la expresión latina 'farcinemmurtatum' o 'myrtatum', que hacía

¹⁹Lomas, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002

²⁰Lomas, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002

alusión al relleno de un cierto tipo de embutidos entre cuyos ingredientes figuraban las bayas de mirto; en efecto, antiguamente se utilizaba este producto para aromatizarlo, de donde habría derivado el nombre mortadela.

Mortadelas mejores o peores las hay en casi todo el mundo, pero la grande, la excelsa, es la que lleva el apellido 'de Bolonia', la 'mortadella di Bologna', que no tiene por qué estar elaborada exactamente en esa bellísima ciudad, sino que puede proceder de toda la región que conocemos como Emilia, especialmente de Módena o de Reggio; también se fabrican buenas mortadelas en el Véneto, Lombardía y Piamonte, y hay variedades diferentes en Roma y en los Abruzzos. Pero la famosa, y por méritos propios, es la de Bolonia.

Tenemos mortadelas de diferente tipo así: las pequeñas, medianas y gigantes; estas últimas pueden alcanzar los 50 kilos, aunque lo normal es que una hermosa mortadela boloñesa ande entre los 12 y los 14 kilos, tamaño que todavía hace complicado su transporte, especialmente si se viaja en avión, aunque no se sufra la intransigencia de los aduaneros de Nueva York como le ocurría a Sofía Loren en aquella película que se llamaba justamente 'Mortadella'.

La mortadela se elabora a través de la masa fina que se obtiene moliendo la carne y luego reduciendo la carne molida en una cortadora. Si se dispone de una cortadora de marcha rápida, es posible efectuar las dos operaciones en la misma máquina. La obtención de la masa fina por medio del molino, no permite lograr una fragmentación minuta. Además, se presentan problemas de calentamiento en la masa.

“La carne y la grasa se introducen en la máquina picadora en forma refrigerada. Además se adiciona hielo picado o agua fría, para reducir el calentamiento de la masa. Un calentamiento excesivo favorece a coagulación de las proteínas. Por consiguiente, disminuye la capacidad de humedecerse y de coagularse durante el escaldado del embutido.”²¹

²¹Elaboración de productos cárnicos Gaetano, Paltrinieri.-2ª.ed.-Mexico.

La mortadela clásica, después de embutida, se ponía en salmuera y se ahumaba; esta operación es importantísima y delicada, y cada fabricante tiene su método particular. Hoy, la mortadela viene preparada para durar mucho tiempo; pero conviene, una vez dado el primer corte, consumirla rápidamente, ya que al contacto con el aire la carne no tarda en secarse ni en perder su sabor característico; de ahí que, para consumo particular, sea preferible comprar piezas pequeñas -de más o menos un kilo- como la que nosotros adquirimos en Bolonia.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Aspectos metodológicos del estudio

3.1.1. Ubicación.

La presente investigación se realizara en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, Cantón Santo Domingo de los Colorados, en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Km 4 ½ en la vía Chone y Avenida Italia.

3.1.2. Tipo de la investigación:

Serealizará de acuerdo a los métodos: experimental, relacional y no observacional.

3.1.2.1. Experimental

Es una investigación experimental debido a que se manejaran hipótesis que deben ser comprobadas como son: las temperaturas y tiempo de secado, el porcentaje de mezcla de almidón y pollo. Manipulando cuidadosamente las variables con el fin de determinar su influencia o predominio.

3.1.2.2. Relacional

Las variables se relacionan directamente e inversamente entre ellas, mostrando a través del diseño experimental en donde se expondrá la relación causa y efecto.

Por lo tanto esta investigación es de tipo experimental –no observacional-relacional porque la investigación planteada probara la relación causa-efecto entre las variables en juego y donde dichas variables expuestas se modifican con el fin de llegar a ver resultados.

3.1.2.3. No observacional

Debido a que se trabajan sobre las variables para obtener diferentes resultados

3.2. Métodos de investigación:

En el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó los siguientes métodos:

3.2.1. Método de observación científica

Mediante la aplicación de este método nos permitirá obtener los resultados de los objetivos planteados, para por medio de esto posteriormente daremos las conclusiones respectivas.

3.2.2. Método inductivo

Con este método partiremos de un problema para posteriormente con la aplicación de distintas técnicas obtendremos un resultado.

3.2.3. Método deductivo

Mediante este método podremos observar los puntos específicos para resolver esta investigación, basándonos en la teoría y conocimientos adquiridos.

3.2.4. Método de análisis

Con este método podremos esta investigación dividirlos en partes y así clasificarlas de acuerdo a la de mayor importancia.

3.2.5. Método de síntesis

Este método nos ayuda a clasificar todas las partes importantes para que nuestra investigación se encuentre más ordenada y nos ayude a resolver inconvenientes en la causa y efecto.

3.2.6. Método estadístico

Este método nos ayuda a que todos los datos cuantitativos que se obtengan se puedan transformar en cualitativos, para así poder dar un resultado o conclusión a la investigación final.

3.3. Fuentes y técnicas de investigación

3.3.1. Fuentes

Se investigación contara con información obtenida por:

- ✓ Profesionales en la materia
- ✓ Libros
- ✓ Folletos
- ✓ Internet

3.3.2. Técnicas

Teniendo en cuenta la variedad de técnicas de investigación se ha tomado como principales a aplicar en este estudio a las siguientes.

- ✓ Encuestas.
- ✓ Consultas e expertos en el tema.
- ✓ Revisión de documentos.
- ✓ Revisión de literatura.
- ✓ Revisión de Internet.

3.4. Variables:

3.4.1. Variables independientes

3.4.1.1. Laboratorio

- ✓ Tiempo de secado
- ✓ Temperatura de secado

3.4.2. Variables dependientes

3.4.2.1. Laboratorio

- ✓ Rendimiento de almidón húmedo
- ✓ Humedad.
- ✓ Ceniza.
- ✓ Minerales

3.5. Diseño estadístico para la prueba de hipótesis

En la investigación se realizará con un diseño de arreglo factorial $A \times B$ en la variable de laboratorio.

3.5.1. Factor A= Tiempo

A1= 3horas

A2=4horas

A3=5horas

3.5.2. Factor B= Temperatura

B1=60° centígrados

B2=70° centígrados

B3=80° centígrados

3.5.3. Interacciones

A1B1=3 horas 60°centígrados

A1B2=3 horas 70°centígrados

A1B3=3 horas 80°centígrados

A2B1= 4 horas 60°centígrados

A2B2= 4 horas 70°centígrados

A2B3= 4 horas 80°centígrados

A3B1= 5 horas 60°centígrados

A3B2= 5 horas 70°centígrados

A3B3= 5 horas 80°centígrados

Total de tratamientos: 9 tratamientos

Repeticiones: 3 repeticiones

Diseño experimental: Se aplicará el Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A), con un arreglo factorial AxB (3*3).

Prueba de significación: Tukey al 5%

Cuadro N° 4

Combinación de los tratamientos en el secado del almidón.

#	Tratamiento	Tiempo (h)	Temperatura
1	A1B1	3	60°C
2	A1B2	3	70°C
3	A1B3	3	80°C
4	A2B1	4	60°C
5	A2B2	4	70°C
6	A2B3	4	80°C
7	A3B1	5	60°C
8	A3B2	5	70°C
9	A3B3	5	80°C

Fuente; Andino, Franclin; UTE/2010

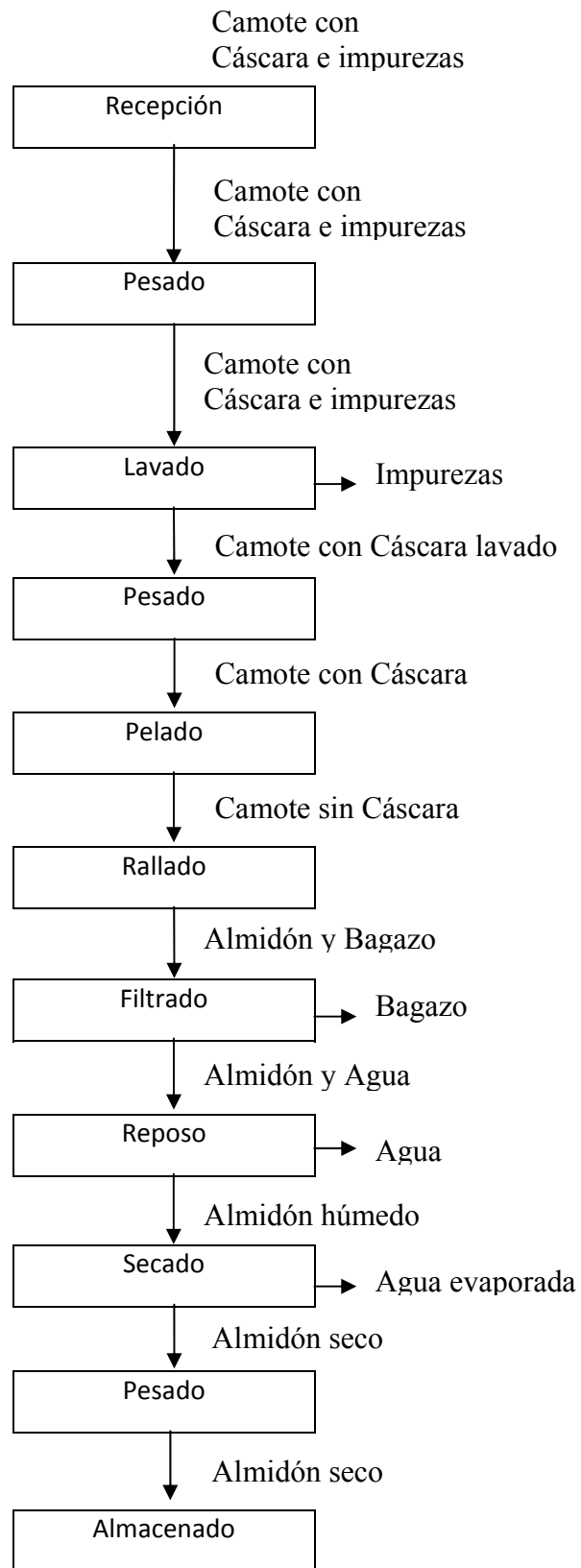
Cuadro N° 5

Esquema del ADEVA

F de V	GL
Total	26
Tratamientos	8
A	2
B	2
R	2
A x B	4
Error experimental	18

Fuente; Andino, Franclin; UTE/2010

3.6. Diagrama de flujo cualitativo para la obtención del almidón de camote.



3.6.1. Recepción

En esta etapa del proceso se recibe el camote de mayor tamaño y de buenas condiciones para el proceso de transformación en un sub producto, también tomando en cuenta distintos parámetros, como son humedad y sólidos totales.

Cuadro N° 6

Porcentajes de humedad y sólidos totales.

CAMOTE	
H₂O	69%
S.T	31%

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

3.6.2. Pesado

Se pesa la materia prima para conocer la cantidad que ingresa al proceso y realizar un balance de materia para obtener el rendimiento.

3.6.3. Lavado

El producto una vez pesado se procede a lavar para retirar las impurezas existentes en el mismo para que no exista ningún tipo de contaminación en el sub producto que vamos a obtener.

3.6.4. Pesado

En esta siguiente etapa se pesa para conocer que cantidad exacta de materia prima que va ingresar al proceso ya libre de impurezas en el producto.

3.6.5. Pelado

El producto una vez pesado y lavado se procede a pelarlo con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable y sobre mesas completamente asépticas para que no exista contaminación en el producto final.

3.6.6. Rallado

En esta fase el camote es rallado en su totalidad con rallador de acero inoxidable en una forma manual cuidando de que no exista mucha contaminación por algún tipo de microorganismo.

3.6.7. Filtrado

Se procede a colocar lo rallado en lienzos completamente asépticos y estos sumergirlos en agua y se escurre procurando extraer todo el almidón existente simultáneamente es recogido en otro recipiente.

3.6.8. Reposo

Una vez que todo el almidón se haya precipitado al fondo del recipiente se elimina el agua en su totalidad para que solo quede almidón con la menor cantidad de agua posible para facilitar el posterior paso.

3.6.9. Secado

Esta operación se la aplica para eliminar la mayor cantidad de agua existente en el almidón, de esta forma el producto se conserva de mejor manera.

Cuadro N° 7

Parámetros de secado

Temperatura	Tiempo
60°C	3 Horas
60°C	4 Horas
60°C	5 Horas
70°C	3 Horas
70°C	4 Horas
70°C	5 Horas
80°C	3 Horas
80°C	4 Horas
80°C	5 Horas

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

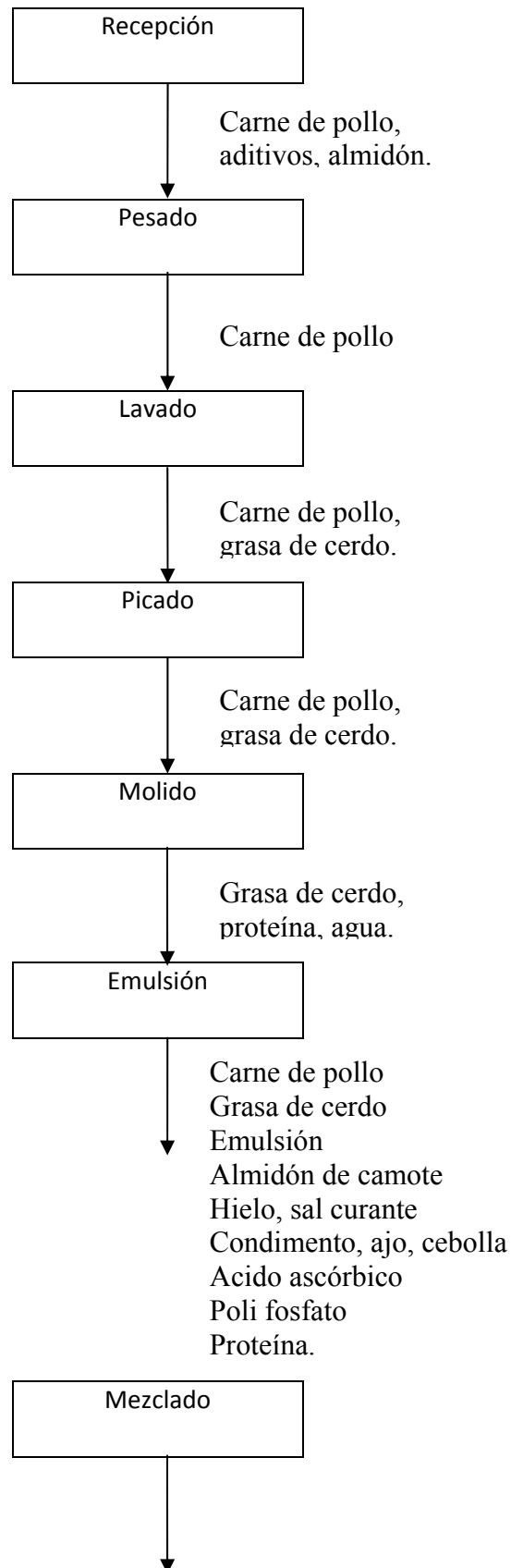
3.6.10. Pesado

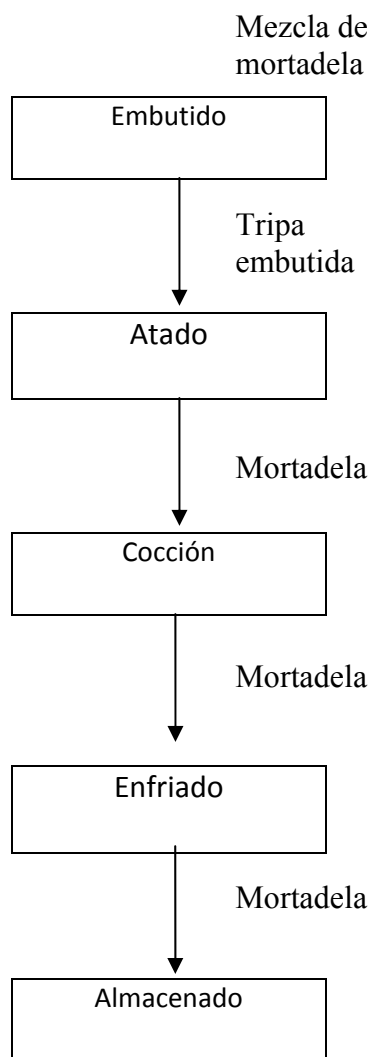
Este paso se lo realiza para en el final del proceso conocer cuál es el porcentaje de rendimiento del producto.

3.6.11. Almacenado

El producto una vez seco se procede a almacenar en lugares frescos y secos para que no haya daños en el mismo y por ende contaminación de mohos y bacterias.

3.7. Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de mortadela de pollo con almidón de camote.





3.7.1. Recepción

En este proceso se controla la carne de pollo y la grasa de cerdo que sean frescas y de buena calidad y que cumplan con todas las normas sanitarias e higiénicas requeridas.

3.7.2. Pesado

El pesado lo realizamos con la finalidad de saber la cantidad de materia prima que va ingresar al proceso.

Cuadro N° 8**Formulaciones para la elaboración de mortadela de pollo con almidón de camote.**

FORMULACIONES	INGREDIENTES		
	Carne de pollo	Almidón	Aditivos
Formulación 1	38,35%	8%	55,15%
Formulación 2	36,35%	10%	55,15%
Formulación 3	34,35%	12%	55,15%

Fuente: Andino Franclin UTE/2010**Cuadro N° 9****Aditivos para la mortadela**

Aditivos	Porcentaje
Tocino	10%
Hielo	25%
Emulsión	15%
Sal curante	1%
Condimento	0,6%
Ajo	0,05%
Cebolla	0,25%
Acido ascórbico	0,05%
Poli fosfato	0,7%
Proteína	1%

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010**3.7.3. Lavado**

Se lava cada una de las materias con abundante agua potable, de tal manera que garantice la calidad higiénica del producto final y además se debe lavar por separado de una manera energética pero con cuidado para evitar afectar la materia prima lo que va a incidir de manera directa en la obtención del producto final.

3.7.4. Picado

En esta etapa se pica la carne en pequeños pedazos, teniendo en cuenta siempre el tipo de molino que se va a utilizar, esta etapa tiene la finalidad de facilitar el proceso de molido.

3.7.5. Molido

Se procede a depositar la carne de pollo previamente picada sobre el plato del molino eléctrico, el mismo que debe estar limpio y desinfectado, se procede a moler sin hacer pausas durante en proceso.

La grasa cortada previamente en rebanadas debe someterse a refrigeración intensa antes de picarla, para no alcanzar la temperatura de fusión de la grasa.

La obtención de un corte limpio en el molino efectuado con la maquina depende de la regularidad del abastecimiento, de la agudeza del filo de lasa cuchillas y de las características de la carne a picar.

Se debe de evitar un molino excesivo, pues provoca defectos en el proceso debido a que se destruye el tejido conjuntivo y anula la facultad de construir estructuras, evitando que se obtenga un producto con sus características específicas.

3.7.6. Emulsificación.

En esta etapa se procede a preparar la emulsión que consiste en colocar una cierta cantidad de grasa molida agua caliente a 75°C y proteína en la cúter hasta que se forme una masa homogénea

3.7.7. Mezclado

Una vez molida la carne de pollo se realiza la mezcla homogénea a la cual se añade durante todo el proceso el almidón de malanga, los condimentos aditivos señalados.

La sal y especias añadidas durante el proceso deben repartirse de manera uniforme para obtener una buena trabazón entre los diversos componentes de textura y tamaño existentes entre las distintas fracciones de la masa.

3.7.8. Embutido

En esta fase se procede a colocar la mezcla en el embutidor el cual debe estar previamente lavado, esterilizado, y colocada la envoltura artificial en el tubo por el cual va salir la masa.

Para la introducción de la masa en la envoltura pueden emplearse varios sistemas de rellenado. Sin embargo es preferible utilizar el embutidor de cilindro horizontal, ya que en este modelo se aprovecha en línea recta la presión desarrollada para embutir. Seguido al embutido se procede al amarrado de los chorizos.

3.7.9. Atado

Una vez embutido se procede amarrar con una piola de algodón apretando bien la mortadela para que no se llene de aire y se forme poros en el embutido.

3.7.10. Cocción.

En este proceso se lo realiza en ollas con agua a 72°C durante 3 horas a temperatura constante para que no tienda a destruir la proteína existente en el embutido que estamos realizando.

3.7.11. Enfriado

Este proceso se lo realiza mediante un tratamiento en agua fría a temperatura aproximada de 10°C, con la finalidad de que se desprenda manualmente la envoltura y de forma fácil.

3.7.12. Almacenado

En general para el almacenamiento de embutidos la temperatura debe estar entre 7 a 10°C, para una buena conservación, manteniendo las características del producto.

3.8. Control de calidad

Cuadro N° 10

Análisis bromatológicos de la materia prima

Análisis	Porcentaje (%)
Humedad	68.76
Grasa	1.54
Ceniza	4.68
Proteína	3.79
Fibra	3.99

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Cuadro N° 11

Análisis bromatológicos de la mortadela

Análisis	Porcentaje (%)
Humedad	60.1
Grasa	37.51
Ceniza	7.63
Proteína	37.32

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Cuadro N° 12

Análisis microbiológico de la mortadela de pollo con almidón de camote

PARAMETRO	MUESTRA 1(62)	MUESTRA 2(64)	CRITERIO MICROBIOLÓGICO NTE-INEN 1338
Coliformes fecales (NMP / ml)	< 1	< 1	< 1×10^2
Investigación de estafilococcus aureus (colonias / ml)	< 1	< 1	< 1×10^2
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos (u.f.c. / ml)	10	7×10^2	10^4
Recuento de mohos y levaduras (u.p.c. / ml)	< 1,0	12.0	50

Las muestras analizadas no contienen bacterias patógenas y cumple con el criterio microbiológico establecido en la norma NTE INEN 1338.

Fuente: Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez – Santo Domingo”

3.9. Diseño experimental para la obtención de almidón de camote

Para la selección de los mejores tratamientos, se aplicó un diseño experimental AxB en arreglo factorial 3 x 3 implementando en un DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) con tres repeticiones.

A continuación se detallarán los factores y niveles de estudio empleados para determinar los mejores tratamientos, para luego con el mejor tratamiento aplicar en la elaboración del subproducto.

Cuadro N° 13

Factores y niveles de estudio.

FACTORES	NIVELES
A = TIEMPO DE SECADO	A1 = 3 HORAS A2 = 4 HORAS A3 = 5 HORAS
B = TEMPERATURA DE SECADO	B1 = 60°C B2 = 70°C B3 = 80°C

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Las respuestas que se obtuvieron a nivel experimental son:

- ✓ Minerales
- ✓ % Humedad
- ✓ % de ceniza
- ✓ % de rendimiento

3.9.1. Cantidad en ppm de potasio existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 14

Datos experimentales de la cantidad en ppm de potasio el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad en ppm de potasio en el almidón de camote.				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	0,14	0,14	0,13	0,137
A1B2	0,35	0,36	0,35	0,353
A1B3	0,15	0,14	0,14	0,143
A2B1	0,12	0,11	0,11	0,113
A2B2	0,13	0,14	0,13	0,133
A2B3	0,11	0,12	0,12	0,117
A3B1	0,2	0,2	0,2	0,2
A3B2	0,14	0,15	0,14	0,143
A3B3	0,12	0,12	0,11	0,117

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad en ppm de potasio en el almidón de camote.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Potasio	27	1,00	1,00	3,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,14	10	0,01	571,44	<0,0001
repeticiones	0,00	2	0,00	2,87	0,0862ns
Tiempo	0,04	2	0,02	762,72	<0,0001**
Temperatura	0,03	2	0,02	692,53	<0,0001**
Tiempo*Temperatura	0,07	4	0,02	699,55	<0,0001**
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,14	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION TIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO
Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,01439

Error: 0,0000gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n		
2,00	1,00	0,11	3	A	
2,00	3,00	0,12	3	A	
3,00	3,00	0,12	3	A	
2,00	2,00	0,13	3		B
1,00	1,00	0,14	3		B
1,00	3,00	0,14	3		B
3,00	2,00	0,14	3		B
3,00	1,00	0,20	3		C
1,00	2,00	0,35	3		D

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

3.9.1.1. Discusión de los resultados de la cantidad enppm de potasio en el almidón de camote en.

En la tabla de ADEVA al 5% del análisis del potasio se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativos, por lo cual Se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce un efecto en el % de Potasio del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

Todas las variables e interacciones son altamente significativas por lo cual se realiza la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtiene que es mejor trabajar con tres horas de secado a 70°C, para obtener el porcentaje más elevado de potasio en el almidón con un promedio de 0.35%.

3.9.2. Cantidad en ppm de calcio existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 15

Datos experimentales de la cantidad enppm de calcio en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad enppm de calcio en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	0,55	0,54	0,56	0,55
A1B2	0,17	0,19	0,18	0,18
A1B3	0,18	0,19	0,19	0,19
A2B1	0,38	0,38	0,37	0,38
A2B2	0,48	0,48	0,46	0,47
A2B3	0,36	0,34	0,35	0,35
A3B1	0,41	0,43	0,42	0,42
A3B2	0,47	0,46	0,46	0,46
A3B3	1,15	1,15	1,12	1,14

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad enppm de calcio en el almidón de camote.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calcio	27	1,00	1,00	2,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,93	10	0,19	1807,94	<0,0001
repeticiones	0,00	2	0,00	0,73	0,4985
Tiempo	0,66	2	0,33	3090,18	<0,0001**
Temperatura	0,16	2	0,08	740,88	<0,0001**
Tiempo*Temperatura	1,11	4	0,28	2603,95	<0,0001**
Error	0,00	16	0,00		
Total	1,94	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCIÓN TIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO

Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,03004

Error: 0,0001gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n				
1,00	2,00	0,18	3	A			
1,00	3,00	0,19	3	A			
2,00	3,00	0,35	3		B		
2,00	1,00	0,38	3		B		
3,00	1,00	0,42	3			C	
3,00	2,00	0,46	3				D
2,00	2,00	0,47	3				D
1,00	1,00	0,55	3				E
3,00	3,00	1,14	3				
				F			

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

3.9.2.1. Discusión de los resultados de la cantidad en ppm de calcio en el almidón de camote.

En la tabla de ADEVA al 5% del análisis del Calcio se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativas, por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce un efecto en el % de calcio del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

La prueba de Tukey para la interacción tiempo de secado por temperatura de secado, reporta como tratamiento óptimo para el % más alto de calcio 5 horas de secado por 80°C. Con un promedio de 1,14% de calcio. Tiempos de secado menores van a producir retención de agua con disminución del contenido de Calcio.

3.9.3. Cantidad enppm de magnesio existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 16

Datos experimentales de la cantidad enppm de magnesio en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad enppm de magnesio en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	0,02	0,02	0,02	0,020
A1B2	0,04	0,04	0,04	0,040
A1B3	0,02	0,02	0,02	0,020
A2B1	0,02	0,02	0,02	0,020
A2B2	0,01	0,01	0,01	0,010
A2B3	0,01	0,01	0,02	0,013
A3B1	0,04	0,04	0,04	0,040
A3B2	0,02	0,02	0,02	0,020
A3B3	0,02	0,02	0,02	0,020

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad enppm de magnesio en el almidón de camote.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Magnesio	27	0,98	0,96	8,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,00	10	0,00	71,80	<0,0001
repeticiones	0,00	2	0,00	1,00	0,3897
Tiempo	0,00	2	0,00	121,00	<0,0001**
Temperatura	0,00	2	0,00	49,00	<0,0001**
Tiempo*Temperatura	0,00	4	0,00	94,00	<0,0001**
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,00	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCIÓN TIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO

Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,00559

Error: 0,0000gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n	
2,00	2,00	0,01	3	A
2,00	3,00	0,01	3	A
1,00	1,00	0,02	3	B
2,00	1,00	0,02	3	B
3,00	3,00	0,02	3	B
1,00	3,00	0,02	3	B
3,00	2,00	0,02	3	B
3,00	1,00	0,04	3	C
1,00	2,00	0,04	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

3.9.3.1. Discusión de los resultados de la cantidad enppm de magnesio en el almidón de camote.

En esta tabla de ADEVA al 5% del análisis del Magnesio se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativos, por lo cual Se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce un efecto en el % de magnesio contenido en el almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

La prueba de Tukey para la interacción tiempo de secado por temperatura de secado, se obtiene como tratamiento óptimo al secar por 5 horas a 60°C, con un promedio de 0.04% de magnesio. Tiempos de secado menores requieren temperaturas más altas para lograr el mismo resultado.

3.9.4. Cantidad enppm de cobre existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 17

Datos experimentales de la cantidad enppm de cobre en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad enppm de cobre en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	5	5,5	5	5,17
A1B2	4	4	4,5	4,17
A1B3	4	4,5	4,5	4,33
A2B1	3,5	3	3	3,17
A2B2	5,5	6	5,5	5,67
A2B3	4,5	4,5	5	4,67
A3B1	5,5	5,5	5	5,33
A3B2	5	4,5	4,5	4,67
A3B3	4,5	4	4	4,17

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad enppm de cobre en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cobre	27	0,90	0,84	6,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	13,54	10	1,35	14,62	<0,0001
repeticiones	0,02	2	0,01	0,10	0,9054
Tiempo	0,24	2	0,12	1,30	0,2998ns
Temperatura	0,91	2	0,45	4,90	0,0219*
Tiempo*Temperatura	12,37	4	3,09	33,40	<0,0001**
Error	1,48	16	0,09		
Total	15,02	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACIÓNTIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO

Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,88386

Error: 0,0926gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n						
2,00	1,00	3,17	3	A					
3,00	3,00	4,17	3	B					
1,00	2,00	4,17	3	B					
1,00	3,00	4,33	3	B	C				
3,00	2,00	4,67	3	B	C	D			
2,00	3,00	4,67	3	B	C	D			
1,00	1,00	5,17	3			C	D	E	
3,00	1,00	5,33	3				D	E	
2,00	2,00	5,67	3						E

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

3.9.4.1. Discusión de los resultados de la cantidad enppm de cobre en el almidón de camote.

La tabla de ADEVA indica que las variables tiempo no es significativo a diferencia de temperatura de secados y su interacción que son significativas, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamiento. La variación en la temperatura y en la interacción con el tiempo produce cambios en los ppm de Cobre del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

En la prueba de Tukey para la interacción tiempo por temperatura de secado se obtiene como resultado algunos rangos de significación de los cuales el más representativo es el tratamiento tiempo de secado 4 horas a 70°C, con un promedio de 5.67ppm de cobre.

3.9.5. Cantidad en ppm de hierro existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 18

Datos experimentales de la cantidad en ppm de hierro en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad en ppm de hierro en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	10	10	9,5	9,83
A1B2	13,5	14	13,5	13,7
A1B3	9,5	9	9	9,17
A2B1	14	15	14	14,3
A2B2	11	10,5	10,5	10,7
A2B3	12	11,5	12	11,8
A3B1	9,5	11	10	10,2
A3B2	11	10,5	10	10,5
A3B3	11,5	11,5	11	11,3

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad en ppm de hierro en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hierro	27	0,97	0,94	3,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	73,06	10	7,31	44,77	<0,0001
repeticiones	0,72	2	0,36	2,21	0,1418
Tiempo	13,72	2	6,86	42,04	<0,0001**
Temperatura	3,50	2	1,75	10,72	0,0011**
Tiempo*Temperatura	55,11	4	13,78	84,43	<0,0001**
Error	2,61	16	0,16		
Total	75,67	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCIÓN TIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO**Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,17340**

Error: 0,1632gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n				
1,00	3,00	9,17	3	A			
1,00	1,00	9,83	3	A	B		
3,00	1,00	10,17	3	A	B	C	
3,00	2,00	10,50	3		B	C	
2,00	2,00	10,67	3		B	C	D
3,00	3,00	11,33	3			C	D
2,00	3,00	11,83	3				D
1,00	2,00	13,67	3				E
2,00	1,00	14,33	3				E

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)**3.9.5.1. Discusión de los resultados de la cantidad en ppm de hierro en el almidón de camote.**

En la tabla de ADEVA al 5% para ppm de Hierro, se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativos, por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce variación en las ppm de hierro contenido en el almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

La prueba Tukey para la interacción tiempo por temperatura de secado reporta como resultado algunos rangos de significación, de los cuales los mejores tratamientos se obtienen bajo las siguientes condiciones de experimentación; 3 horas de secado por 70°C y 4 horas por 60°C con promedios de 13.67 ppm, 14,33 ppm de Hierro.

3.9.6. Cantidad en ppm de zinc existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 19

Datos experimentales de la cantidad en ppm de zinc en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad en ppm de zinc en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	8,5	8	8,5	8,33
A1B2	5,5	5,5	6	5,67
A1B3	4,5	4,5	5	4,67
A2B1	8,5	8,5	7,5	8,17
A2B2	8,5	8	8	8,17
A2B3	6,5	6,5	7	6,67
A3B1	7	7,5	8	7,5
A3B2	5	4,5	5	4,83
A3B3	5,5	5,5	6	5,67

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad en ppm de zinc en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Zinc	27	0,96	0,94	5,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	52,31	10	5,23	42,24	<0,0001
repeticiones	0,35	2	0,18	1,42	0,2705
Tiempo	14,74	2	7,37	59,51	<0,0001**
Temperatura	26,74	2	13,37	107,96	<0,0001**
Tiempo*Temperatura	10,48	4	2,62	21,16	<0,0001**
Error	1,98	16	0,12		
Total	54,30	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACIÓNTIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO**Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,02218**

Error: 0,1238gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n				
1,00	3,00	4,67	3	A			
3,00	2,00	4,83	3	A			
1,00	2,00	5,67	3	A	B		
3,00	3,00	5,67	3	A	B		
2,00	3,00	6,67	3		B	C	
3,00	1,00	7,50	3			C	D
2,00	2,00	8,17	3				D
2,00	1,00	8,17	3				D
1,00	1,00	8,33	3				D

*Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)***3.9.6.1. Discusión de los resultados de la cantidad de Zinc en el almidón de camote.**

En la tabla de ADEVA al 5% del análisis del zinc se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativos, por lo cual Se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce un efecto en los ppm de zinc del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

En el caso de la interacción se obtiene tres tratamientos en el rango más alto con 3, y 4 horas de secado por 60 y 70°C con promedios de 8.17ppm y 8.33ppm de zinc contenido en la muestra de almidón analizado.

3.9.7. Cantidad en ppm de manganeso existente en el almidón de camote.

Cuadro N° 20

Datos experimentales de la cantidad en ppm de manganeso en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

Cantidad en ppm de manganeso en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	3	3	3	3
A1B2	3	3,5	3	3,17
A1B3	3,5	3,5	4	3,67
A2B1	3	3	3,5	3,17
A2B2	6,5	6	7	6,5
A2B3	5	5	5	5
A3B1	2,5	2,5	2,5	2,5
A3B2	3,5	4	3,5	3,67
A3B3	2,5	2,5	3	2,67

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales de la cantidad en ppm de manganeso en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Manganeso	27	0,97	0,96	7,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	39,54	10	3,95	57,90	<0,0001
repeticiones	0,24	2	0,12	1,76	0,2033
Tiempo	19,46	2	9,73	142,51	<0,0001**
Temperatura	10,96	2	5,48	80,27	<0,0001**
Tiempo*Temperatura	8,87	4	2,22	32,47	<0,0001**
Error	1,09	16	0,07		
Total	40,63	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACIÓNTIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO

Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,75904

Error: 0,0683gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n		
3,00	1,00	2,50	3	A	
3,00	3,00	2,67	3	A	
1,00	1,00	3,00	3	A	B
2,00	1,00	3,17	3	A	B
1,00	2,00	3,17	3	A	B
3,00	2,00	3,67	3		B
1,00	3,00	3,67	3		B
2,00	3,00	5,00	3		C
2,00	2,00	6,50	3		D

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)**3.9.7.1. Discusión de los resultados de la cantidad en ppm de Manganeso en el almidón de camote.**

En la tabla de ADEVA al 5% del análisis del manganeso se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativos, por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce un efecto en los ppm de manganeso contenidos en el almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

En la interacción se mantiene el comportamiento igual que trabajar con los factores independientemente. El mejor tratamiento es 4 horas por 70°C para lograr secado óptimo de almidón con un promedio de 6.50ppm de manganeso.

3.9.8. Porcentajes de humedad en el almidón de camote.

Cuadro N° 21

Datos experimentales del porcentaje de humedad en el almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

% de humedad en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	6,67	7,08	8,04	7,26
A1B2	8,27	6,28	5,95	6,83
A1B3	4,55	4,04	5,57	4,72
A2B1	6,29	6,71	6,01	6,34
A2B2	5,9	6,32	5,96	6,06
A2B3	5,13	5,28	5,77	5,39
A3B1	6,45	5,86	6,46	6,26
A3B2	5,69	5,88	6,4	5,99
A3B3	6,33	5,94	5,76	6,01

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales del porcentaje de humedad en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	27	0,69	0,49	10,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	13,58	10	1,36	3,49	0,0128
repeticiones	0,38	2	0,19	0,49	0,6189ns
Tiempo	0,53	2	0,26	0,68	0,5208ns
Temperatura	7,50	2	3,75	9,65	0,0018*
Tiempo*Temperatura	5,16	4	1,29	3,32	0,0368*
Error	6,22	16	0,39		
Total	19,80	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACIÓNTIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO

Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,81107

Error: 0,3888gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n				
1,00	3,00	4,72	3	A			
2,00	3,00	5,39	3	A	B		
3,00	2,00	5,99	3	A	B	C	
3,00	3,00	6,01	3	A	B	C	
2,00	2,00	6,06	3	A	B	C	
3,00	1,00	6,26	3	A	B	C	
2,00	1,00	6,34	3	A	B	C	
1,00	2,00	6,83	3		B	C	
1,00	1,00	7,26	3				C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

3.9.8.1. Discusión de los resultados para el porcentaje de humedad en el almidón de camote

La tabla de ADEVA indica que la variable tiempo de secado no es significativa por lo tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. Sin embargo la variable temperatura, así como la interacción tienen un efecto significativo, produciendo cambios en el contenido de humedad del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

En esta interacción la prueba de Tukey indica algunos rangos de significación, de los cuales el tratamiento que permite eliminar la mayor cantidad de agua del almidón es 3 horas a 80°C con un promedio de 4.72% de humedad, el resto de tratamiento retienen mayor cantidad de agua.

3.9.9. Porcentajes de rendimiento del almidón de camote.

Cuadro N° 22

Datos experimentales del porcentaje de rendimiento del almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

% de rendimiento en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	10,98%	12,07%	10,24%	0,111
A1B2	11,08%	13,53%	12,90%	0,125
A1B3	12,07%	13,11%	9,25%	0,115
A2B1	10,66%	7,86%	11,86%	0,101
A2B2	10,55%	11,01%	10,40%	0,107
A2B3	8,11%	11,64%	9,86%	0,099
A3B1	11,20%	9,79%	9,50%	0,102
A3B2	9,48%	12,71%	12,07%	0,114
A3B3	9,87%	11,30%	10,20%	0,105

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales del porcentaje de rendimiento en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	27	0,41	0,04	12,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	21,87	10	2,19	1,11	0,4109
repeticiones	4,89	2	2,44	1,24	0,3154ns
Tiempo	10,25	2	5,12	2,60	0,1051ns
Temperatura	6,01	2	3,01	1,53	0,2472ns
Tiempo*Temperatura	0,71	4	0,18	0,09	0,9841ns
Error	31,51	16	1,97		
Total	53,37	26			

Tiempo	Temperatura	Medias	n	
2,00	3,00	9,87	3	A
2,00	1,00	10,13	3	A
3,00	1,00	10,16	3	A
3,00	3,00	10,46	3	A
2,00	2,00	10,65	3	A
1,00	1,00	11,10	3	A
3,00	2,00	11,42	3	A
1,00	3,00	11,48	3	A
1,00	2,00	12,50	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

3.9.9.1. Discusión de los resultados para el porcentaje de rendimiento en el almidón de camote

En la tabla de ADEVA observa que todas las variables e interacciones no son significativas, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de tratamientos ya que al utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado no están afectando en el contenido en % del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

Estadísticamente todas las interacciones son iguales pero numéricamente si existe variación, el mejor tratamiento es tres horas de secado por 70°C. con un promedio de 12.50% de rendimiento en almidón.

3.9.10. Porcentajes de ceniza en el almidón de camote.

Cuadro N° 23

Datos experimentales del porcentaje de ceniza del almidón de camote, por efecto del tiempo y la temperatura.

% de ceniza en el almidón de camote				
Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
A1B1	0,53	0,5	0,51	0,513
A1B2	0,48	0,46	0,46	0,467
A1B3	0,3	0,32	0,3	0,307
A2B1	0,5	0,5	0,5	0,500
A2B2	0,52	0,52	0,53	0,523
A2B3	0,47	0,48	0,48	0,477
A3B1	0,48	0,49	0,48	0,483
A3B2	0,56	0,56	0,55	0,557
A3B3	0,49	0,48	0,48	0,483

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Análisis de la varianza para los datos experimentales del porcentaje de ceniza en el almidón de camote

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	27	0,99	0,98	1,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,12	10	0,01	152,51	<0,0001
repeticiones	0,00	2	0,00	0,57	0,5758
Tiempo	0,03	2	0,02	218,71	<0,0001**
Temperatura	0,04	2	0,02	286,71	<0,0001**
Tiempo*Temperatura	0,04	4	0,01	128,29	<0,0001**
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,12	26			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACIÓNTIEMPO POR TEMPERATURA DE SECADO

Test :Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,02562

Error: 0,0001gl: 16

Tiempo	Temperatura	Medias	n			
1,00	3,00	0,31	3	A		
1,00	2,00	0,47	3	B		
2,00	3,00	0,48	3	B	C	
3,00	3,00	0,48	3	B	C	
3,00	1,00	0,48	3	B	C	
2,00	1,00	0,50	3		C	D
1,00	1,00	0,51	3			D
2,00	2,00	0,52	3			D
3,00	2,00	0,56	3			E

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

3.9.10.1. Discusión de los resultados para el porcentaje de ceniza en el almidón de camote

En la tabla de ADEVA al 5% del análisis del ceniza se obtiene que todas las variables e interacciones son altamente significativas, por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El utilizar diferentes tiempos y temperaturas de secado produce un efecto en el % de minerales del almidón.

Prueba de Tukey para los tratamientos AxB

Todas las variables e interacciones son altamente significativas por lo cual se realiza la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtiene que es mejor trabajar con 5 horas de

secado a 70°C, para obtener el porcentaje más elevado de minerales en el almidón con un promedio de 0.56%.

Los coeficientes de variación de las variables analizadas se encuentran menores al 10%, indican buen manejo del ensayo en laboratorio.

RESUMEN

K, Mg, Fe, % Humedad, % almidón A1B2

Ca, Cu, Zn, Mn, % Humedad % almidón A2B2

Se puede utilizar para secado de almidón la temperatura de 70°C, con 3 o 4 horas. Tomando en cuenta los parámetros indicados.

Cuadro N° 24

Porcentajes de componentes de la mortadela de pollo con almidón de camote.

FACTORES	Muestra 1 M1	Muestra 2 M2	Muestra 3 M3
% de carne pollo	38,35%	36,35%	34,35%
% de almidón	8%	10%	12%
% de aditivos	55,15%	55,15%	55,15%

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

3.10. Análisis de las encuestas.

3.10.1. Tabulación y gráfica de información de las encuestas.

En los siguientes cuadros, se puede apreciar los resultados de las encuestas, en cuanto a las características organolépticas: color, olor, sabor y textura de la mortadela de pollo con almidón de camote. Estas encuestas fueron realizadas en la Universidad Tecnológica Equinoccial, a 126 personas entre estudiantes y docentes de la escuela de Ingeniería Agroindustrial.

3.10.1.1. Análisis de color

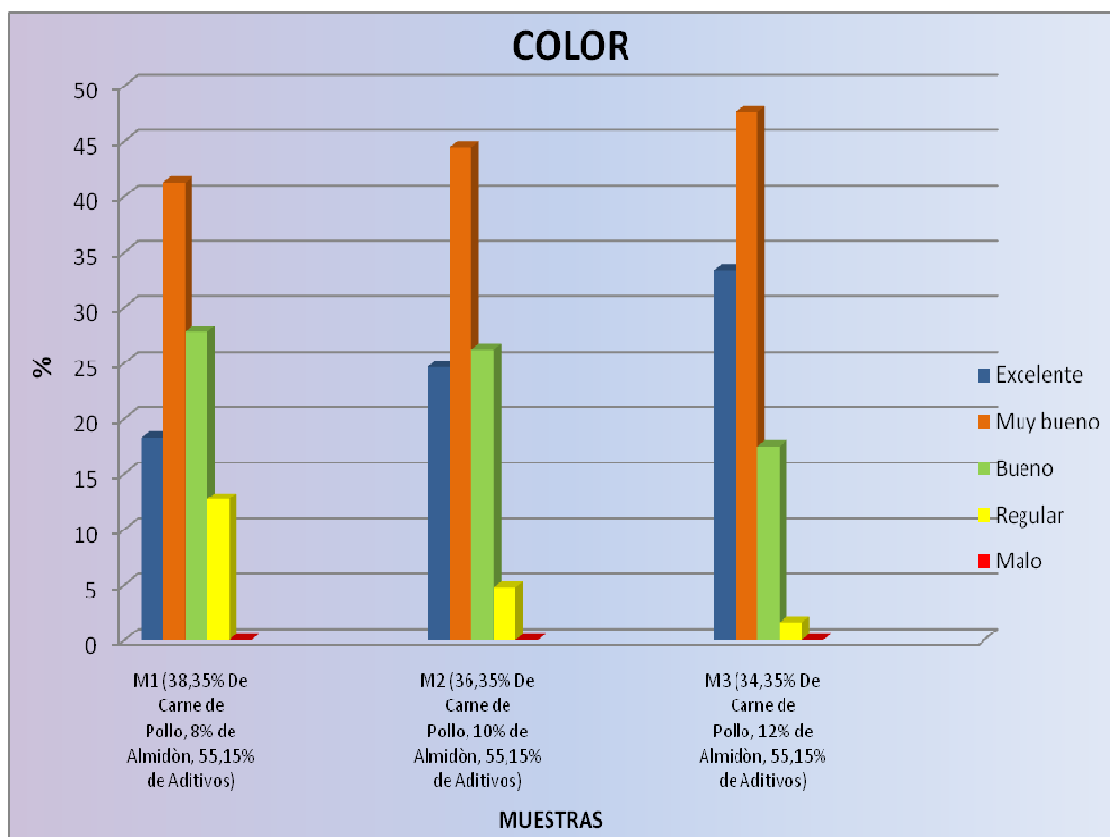
Cuadro N° 25

Encuestas sobre el color de la mortadela de pollo con almidón de camote.

COLOR	ALTERNATIVAS	M1	%	M2	%	M3	%
	<i>Excelente</i>		23	18,25	31	24,61	42
<i>Muy bueno</i>		52	41,27	56	44,44	60	47,62
<i>Bueno</i>		35	27,78	33	26,19	22	17,46
<i>Regular</i>		16	12,70	6	4,76	2	1,59
<i>Malo</i>		0	0	0	0	0	0
TOTAL		126	100	126	100	126	100

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Gráfico N° 1



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Análisis:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa en el gráfico N°01, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al color de la mortadela de pollo con almidón de camote, es la muestra 3 (34,35% de carne de pollo, 12% de almidón de camote y el 55,15% de aditivos), calificada como excelente con un 33,33%.

3.10.1.2. Análisis de olor

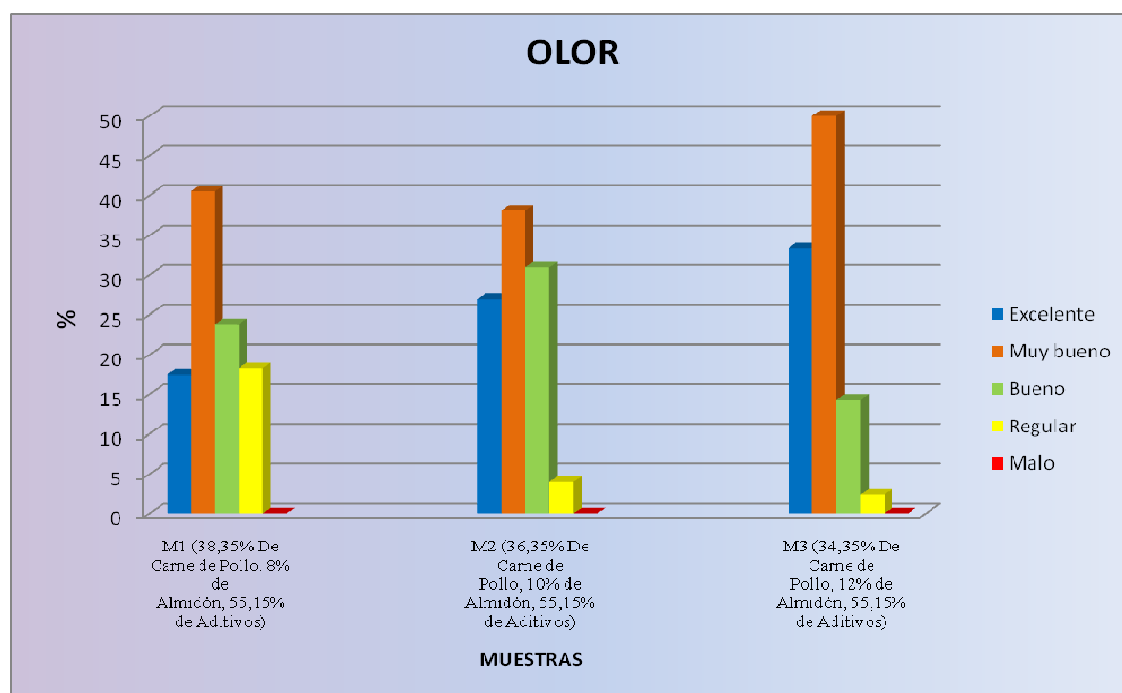
Cuadro N° 26

Encuestas sobre el olor de la mortadela de pollo con almidón de camote.

OLOR	ALTERNATIVAS	M1	%	M2	%	M3	%
	<i>Excelente</i>		22	17,46	34	26,98	42
<i>Muy bueno</i>		51	40,48	48	38,10	63	50
<i>Bueno</i>		30	23,81	39	30,95	18	14,29
<i>Regular</i>		23	18,25	5	3,97	3	2,38
<i>Malo</i>		0	0	0	0	0	0
TOTAL		126	100	126	100	126	100

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Gráfico N° 2



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Análisis:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa en el gráfico N°02, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al olor de la mortadela de pollo con almidón de camote, es la muestra 3 (34,35% de carne de pollo, 12% de almidón de camote y el 55,15% de aditivos), calificada como excelente con un 33,33%.

3.10.1.3. Análisis de sabor

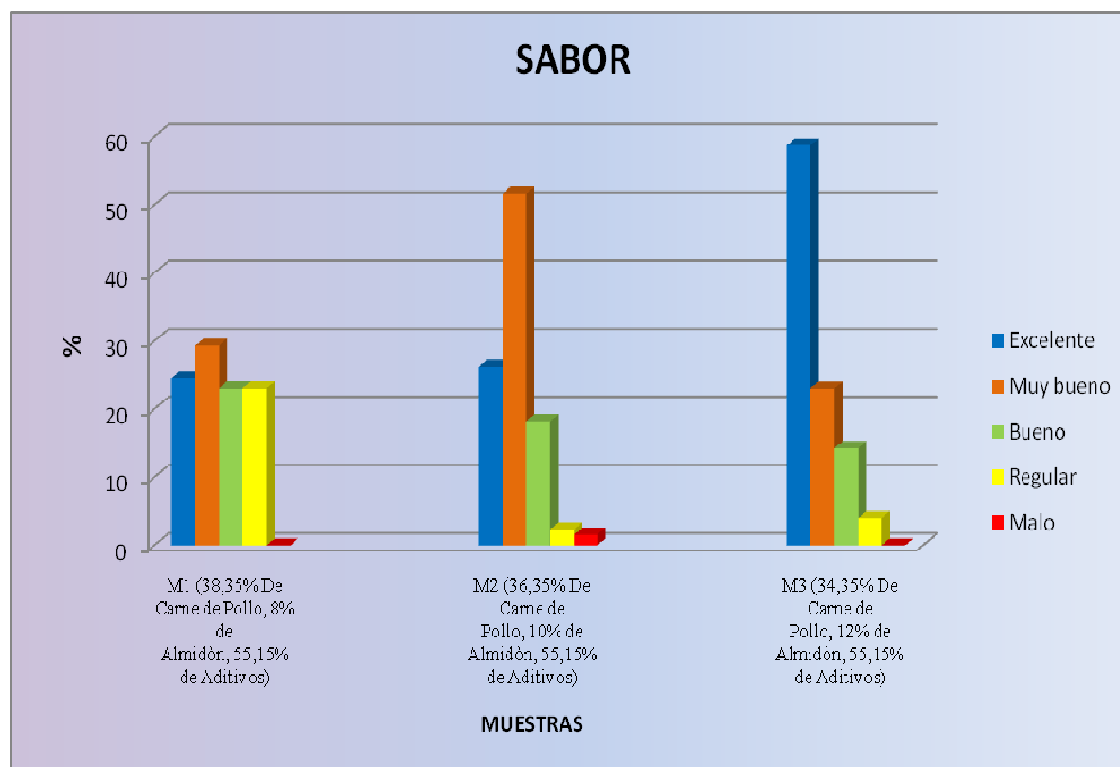
Cuadro N° 27

Encuestas sobre el sabor de la mortadela de pollo con almidón de camote.

SABOR	ALTERNATIVAS	M1	%	M2	%	M3	%
	<i>Excelente</i>		31	24,60	33	26,19	74
<i>Muy bueno</i>		37	29,36	65	51,59	29	23,01
<i>Bueno</i>		29	23,02	23	18,25	18	14,29
<i>Regular</i>		29	23,02	3	2,38	5	3,97
<i>Malo</i>		0	0	2	1,59	0	0
TOTAL		126	100	126	100	126	100

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Gráfico N° 3



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Análisis:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa en el gráfico N°03, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al sabor de la mortadela de pollo con almidón de camote, es la muestra 3 (34,35% de carne de pollo, 12% de almidón de camote y el 55,15% de aditivos), calificada como excelente con un 58,73%.

3.10.1.4. Análisis de textura

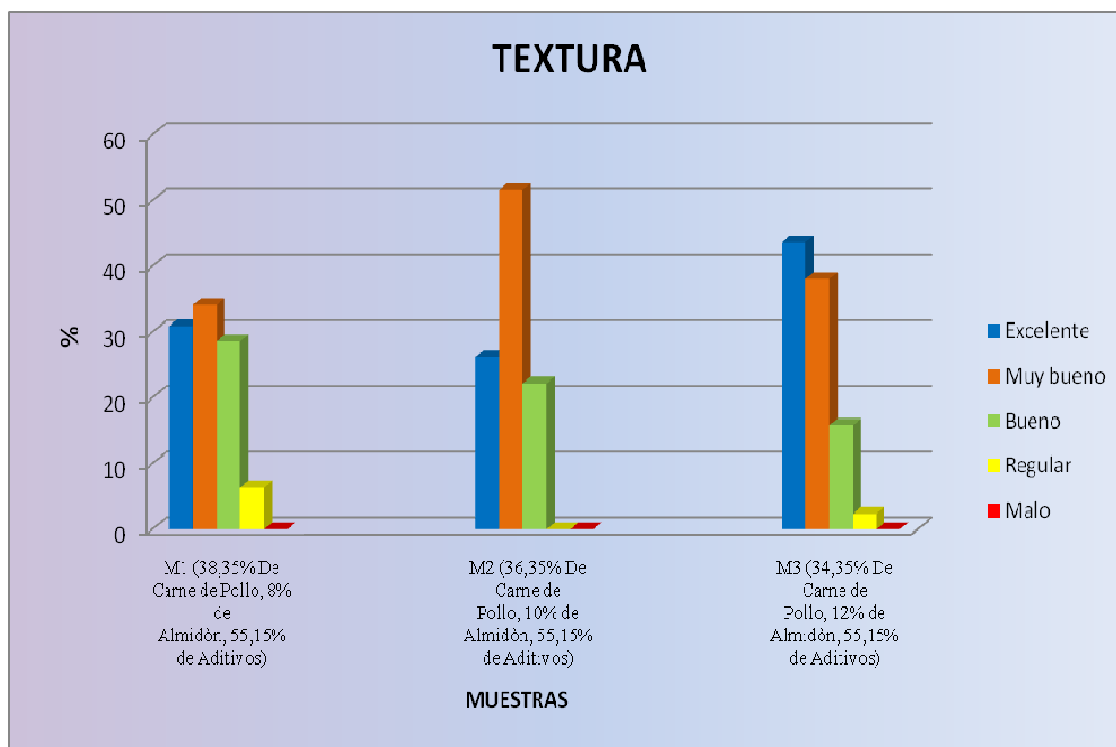
Cuadro N° 28

Encuestas sobre la textura de la mortadela de pollo con almidón de camote.

TEXTURA	ALTERNATIVAS	M1	%	M2	%	M3	%
	<i>Excelente</i>	39	30,95	33	26,19	55	43,65
	<i>Muy bueno</i>	43	34,13	65	51,59	48	38,10
	<i>Bueno</i>	36	28,57	28	22,22	20	15,87
	<i>Regular</i>	8	6,35	0	0	3	2,38
	<i>Malo</i>	0	0	0	0	0	0
TOTAL		126	100	126	100	126	100

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Gráfico N° 4



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Análisis:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa en el gráfico N°04, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al color de la mortadela de pollo con almidón de camote, es la muestra 3 (34,35% de carne de pollo, 12% de almidón de camote y el 55,15% de aditivos), calificada como excelente con un 43,65%.

3.10.1.5. Análisis general de todas las características.

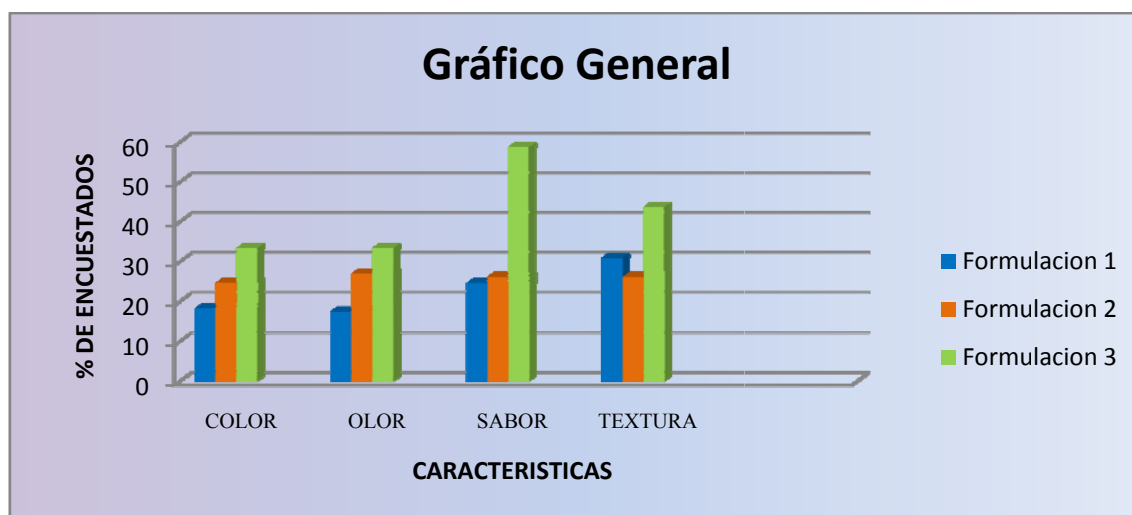
Cuadro N° 29

Comparación de todas las características organolépticas.

Formulaciones	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
<i>Formulación 1</i>	18,25	17,46	24,6	30,95
<i>Formulación 2</i>	24,61	26,98	26,19	26,19
<i>Formulación 3</i>	33,33	33,33	58,73	43,65

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

Gráfico N° 5



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010

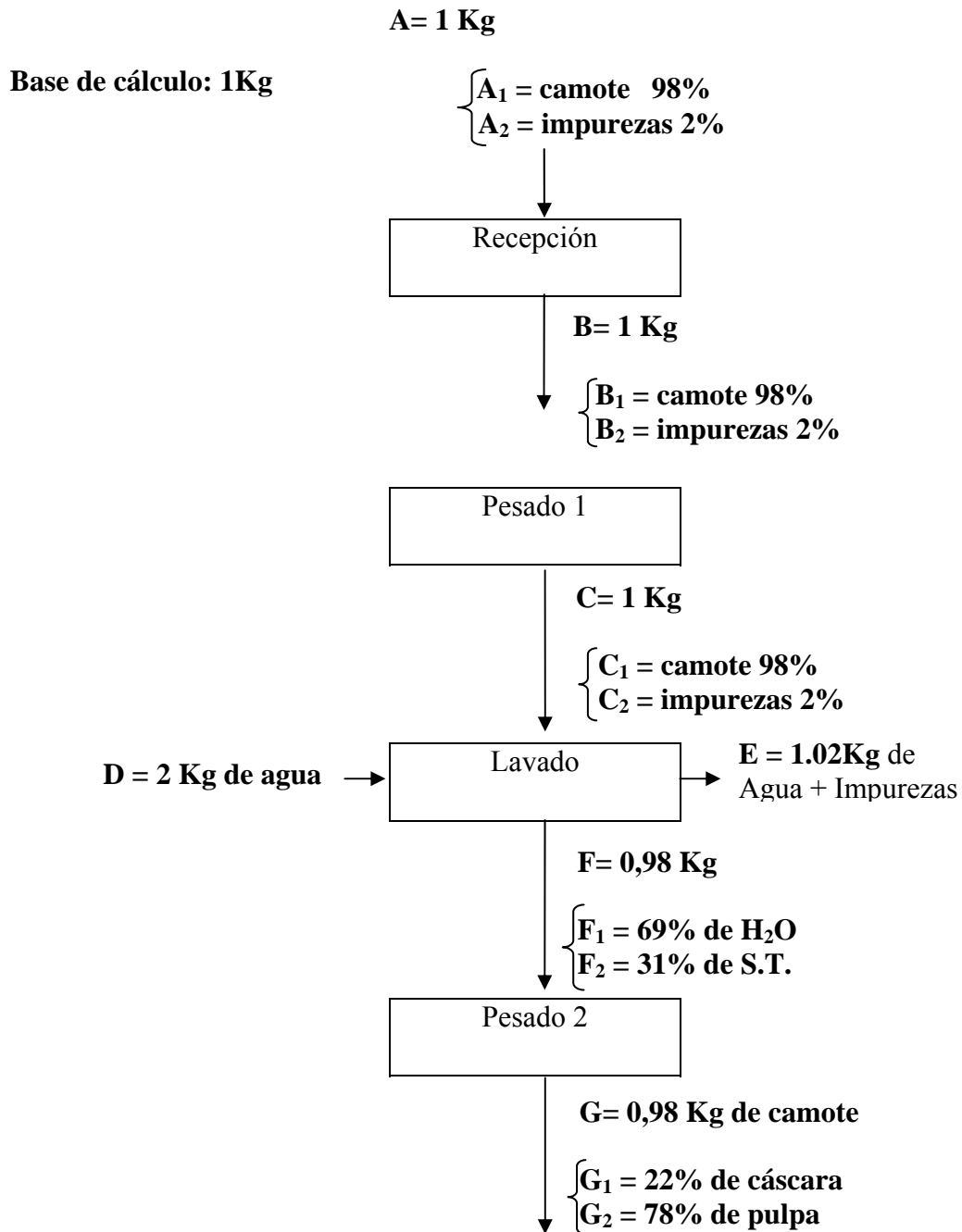
Análisis:

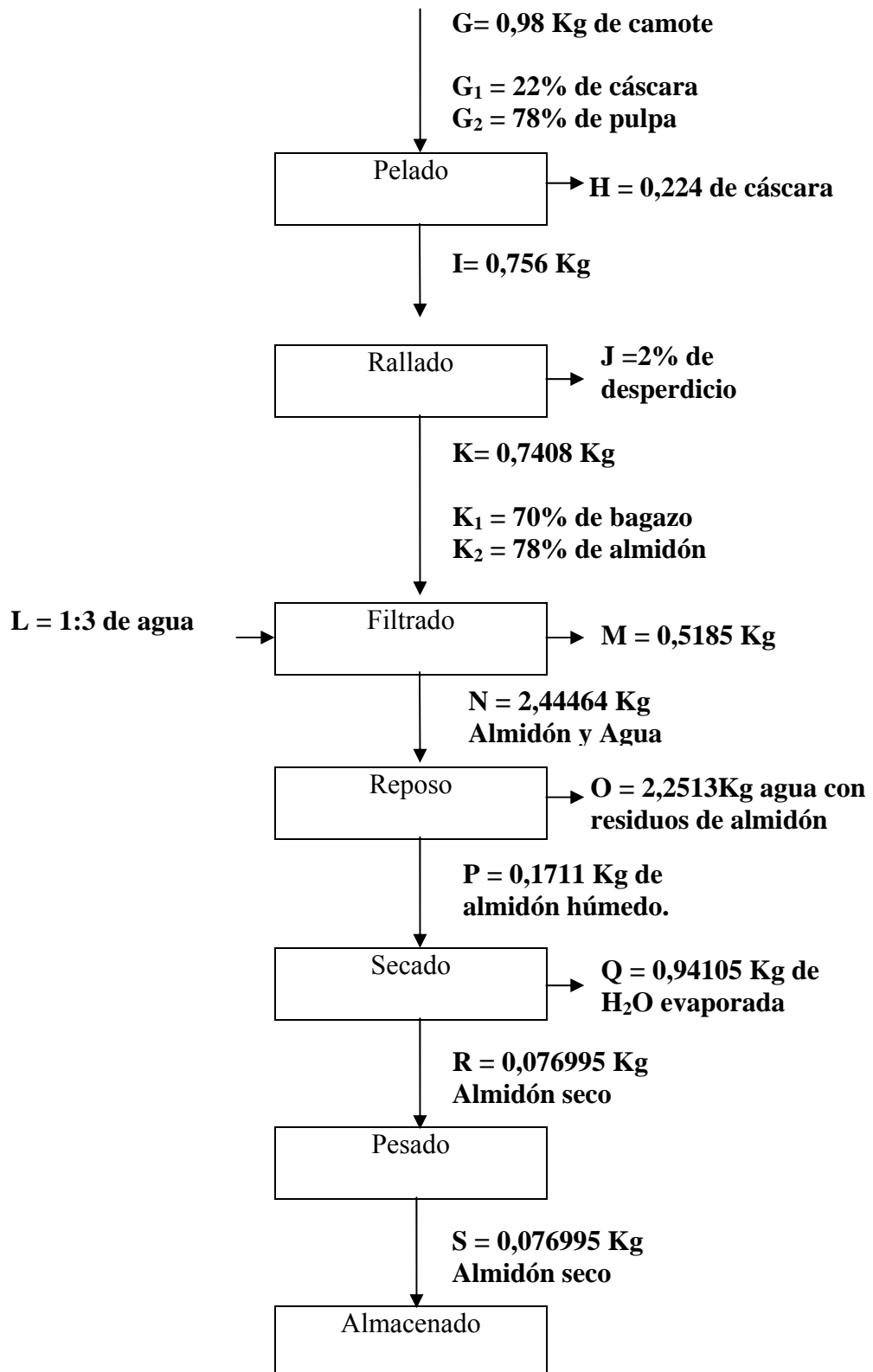
De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa en el gráfico N°05, que la mejor alternativa en cuanto al color, olor, sabor y textura es la formulación 3 ya que tiene el mayor porcentaje de encuestados.

CAPÍTULO IV

4.1. Balance de materia para la obtención de almidón de camote.

4.1.1. Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de almidón de camote a nivel laboratorio.

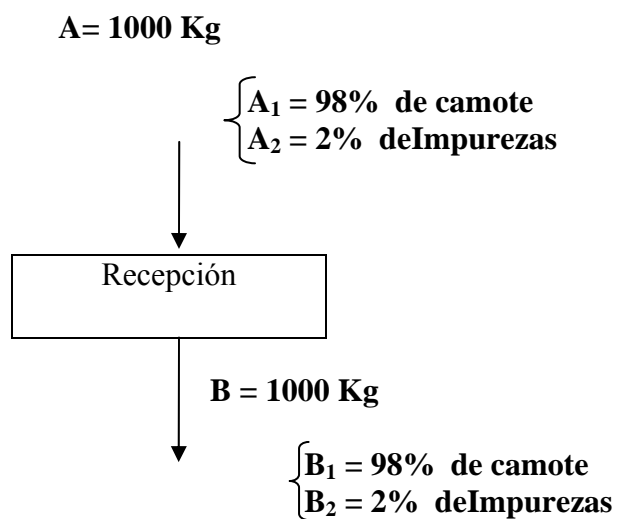




Balances de materia de los procesos a nivel piloto.

❖ Balance de materia para la recepción

Base de cálculo 1000 Kg de camote



Balance total:

$$A = B$$

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

Balance parcial de camote.

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

$$B_1 = \frac{1000 \text{ Kg} \times 98}{1000 \text{ kg}}$$

$$B_1 = 98\%$$

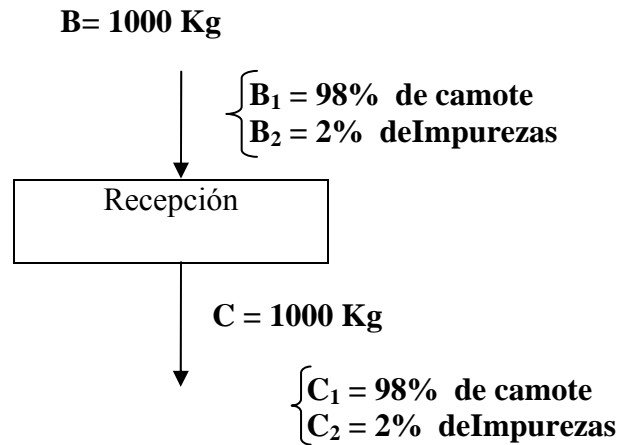
Balance parcial de impurezas.

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

$$B_2 = \frac{1000 \text{ Kg} \times 2}{1000 \text{ kg}}$$

$$B_2 = 2\%$$

❖ Balance de materia para el pesado



Balance total:

$$B = C$$

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

Balance parcial de camote.

$$B \times (B_1) = C \times (C_1)$$

$$C_1 = \frac{1000 \text{ Kg} \times 98}{1000 \text{ kg}}$$

$$C_1 = 98\%$$

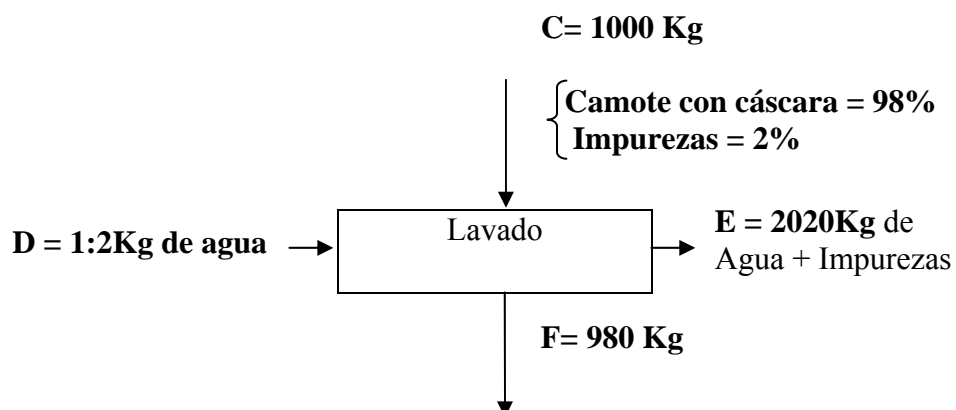
Balance parcial de impurezas.

$$B \times (B_2) = C \times (C_2)$$

$$C_2 = \frac{1000 \text{ Kg} \times 2}{1000 \text{ kg}}$$

$$C_2 = 2\%$$

❖ Balance de materia para el lavado



Dato experimental

Camote: 98%

Impurezas: 2%

Balance total

$$C + D = E + F$$

$$1000 \text{ Kg} + 1 \text{ Kg} = 1,02 \text{ Kg} + 0,98 \text{ Kg}$$

$$2 \text{ Kg} = 2 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua que ingresa

$$D = 2 \times C$$

$$D = 2 \times 1000 = 2000 \text{ Kg de agua}$$

Balance parcial de agua que sale

$$E = (C \times (2\%)) + D$$

$$E = (1000 \times (0,02)) + 2000$$

$$E = 2020 \text{ Kg}$$

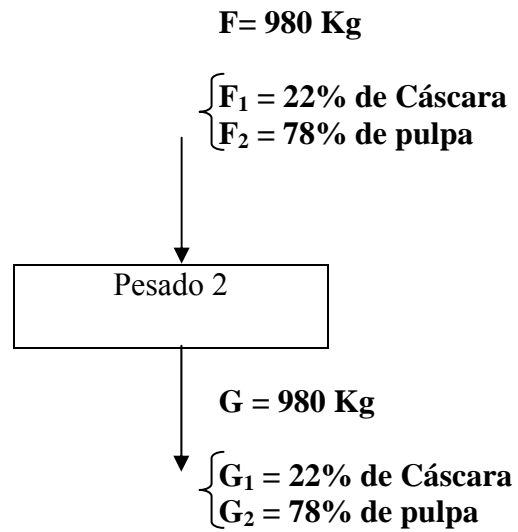
Balance parcial camote lavado

$$F = C + D - E$$

$$F = 1000 \text{ Kg} + 2000 \text{ Kg} - 2020 \text{ Kg}$$

$$F = 980 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el pesado 2



Balance total:

$$F = G$$

$$980\text{Kg} = G$$

Balance parcial de cáscara

$$F \times (F_1) = G \times (G_1)$$

$$G_1 = \frac{980\text{Kg} \times 22}{980\text{kg}}$$

$$G_1 = 22\%$$

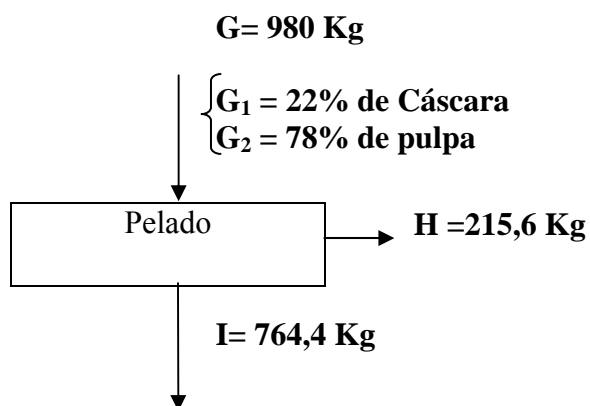
Balance parcial de pulpa

$$F \times (F_2) = G \times (G_2)$$

$$G_2 = \frac{980\text{Kg} \times 78}{980\text{Kg}}$$

$$G_2 = 78\%$$

❖ Balance de materia para el pelado

**Dato experimental****Camote: 78%****Cáscara: 22%****Balance total**

$G = H + I$

$980 \text{ Kg} = 215,6 \text{ Kg} + 764,4 \text{ Kg}$

$980 \text{ Kg} = 980 \text{ Kg}$

Balance parcial de cáscara

$H = (22\%) \times G$

$H = (0,22) \times 980$

$H = 215,6 \text{ Kg}$

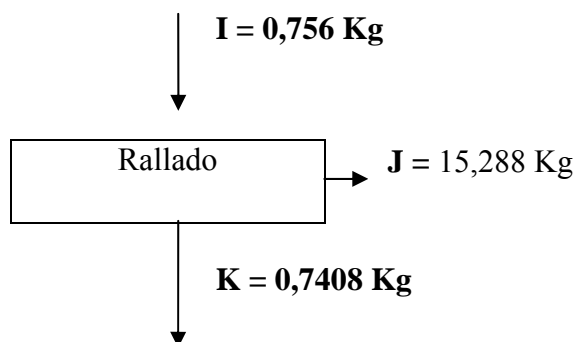
Balance parcial de camote

$I = G - H$

$I = 980 \text{ Kg} - 215,6 \text{ Kg}$

$I = 764,4 \text{ Kg}$

❖ **Balance de materia para el rallado**



Dato experimental

Camote rallado: 98%

Desperdicio: 2%

Balance total

$$I = J + K$$

$$764,4 \text{ Kg} = 15,288 \text{ Kg} + 749,112 \text{ Kg}$$

$$749,112 \text{ Kg} = 749,112 \text{ Kg}$$

Balance parcial de desperdicio

$$J = (2\%) \times I$$

$$J = (0,02) \times 764,4$$

$$J = 15,288 \text{ Kg}$$

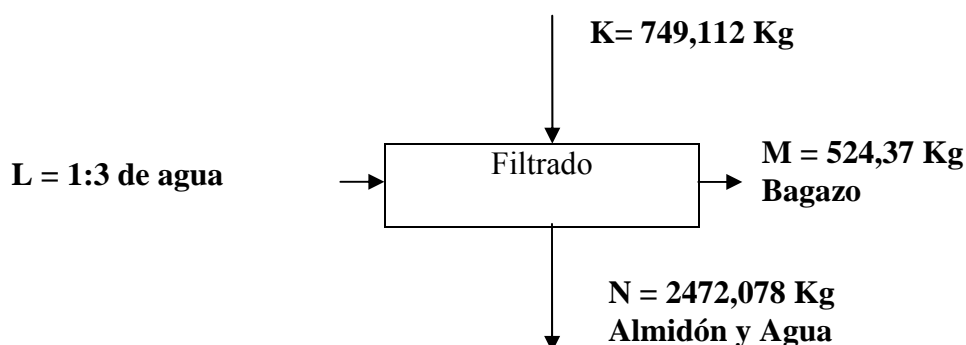
Balance parcial de camote rallado.

$$K = I - J$$

$$K = 764,4 \text{ Kg} - 15,288 \text{ Kg}$$

$$K = 749,112 \text{ Kg}$$

❖ **Balance de materia para la filtración.**



Dato experimental

Almidón: 30%

Bagazo: 70%

Balance total

$$K + L = M + N$$

$$749,112 \text{ Kg} + 2247,336 \text{ Kg} = 524,37 \text{ Kg} + 2472,078 \text{ Kg}$$

$$2996,44 \text{ Kg} = 2996,44 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua que ingresa

$$L = 3 \times K$$

$$L = 3 \times (749,112)$$

$$L = 2247,336$$

Balance parcial de bagazo

$$M = (70\%) \times K$$

$$M = (0,70) \times 749,112$$

$$M = 524,37 \text{ Kg}$$

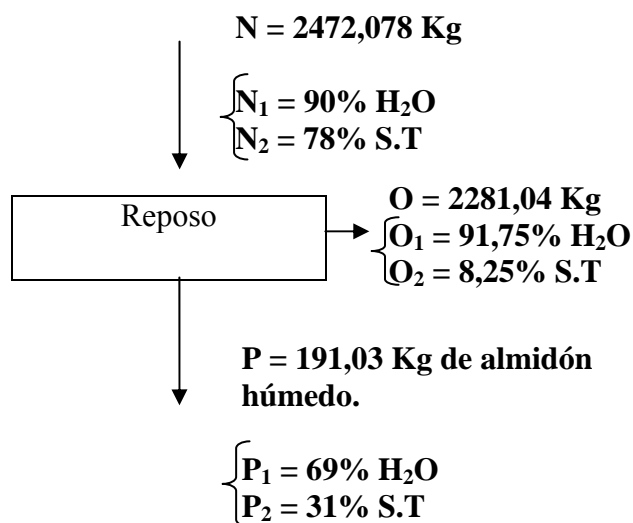
Balance parcial de almidón

$$N = K + L - M$$

$$N = 749,112 \text{ Kg} + 2247,336 \text{ Kg} - 524,37 \text{ Kg}$$

$$N = 2472,078 \text{ Kg}$$

❖ **Balance de materia para el reposo**



Dato experimental

**Agua: 2281,04 Kg con
91,75% H₂O y 8,25% S.T**

Balance total

$$N = O + P$$

$$2472,078 \text{ Kg} = 2281,04 \text{ Kg} + P$$

$$P = 191,03$$

Balance parcial de agua

$$N \times (N_1) = O \times (O_1) + P \times (P_1)$$

$$2472,078(0,90) = 2281,04(0,9175) + 191,03(P_1)$$

$$P_1 = \frac{132,016}{191,03}$$

$$P_1 = 0,69 \times 100\% = \mathbf{69\%}$$

Balance parcial de S.T

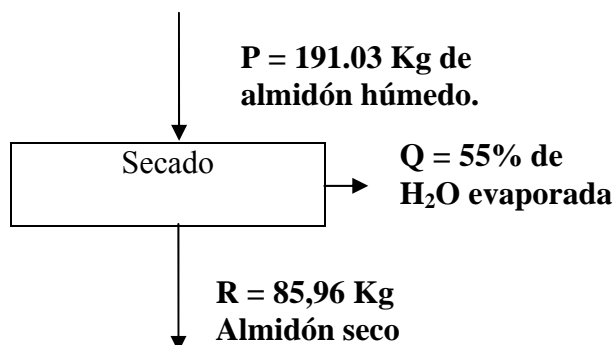
$$N \times (N_2) = O \times (O_2) + P \times (P_2)$$

$$2472,078(0,10) = 2281,04(0,0825) + 191,03(P_2)$$

$$P_2 = \frac{59,02}{191,03}$$

$$P_2 = 0,31 \times 100\% = \mathbf{31\%}$$

❖ **Balance de materia para el secado**



Dato experimental

Agua evaporada: 55%

Balance total

$$P = Q + R$$

$$191,03 \text{ Kg} = 105,066 \text{ Kg} + 85,96 \text{ Kg}$$

$$191,03 \text{ Kg} = 191,03 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua evaporada

$$Q = (55\%) \times P$$

$$Q = (0,55) \times 191,03$$

$$Q = 105,066 \text{ Kg}$$

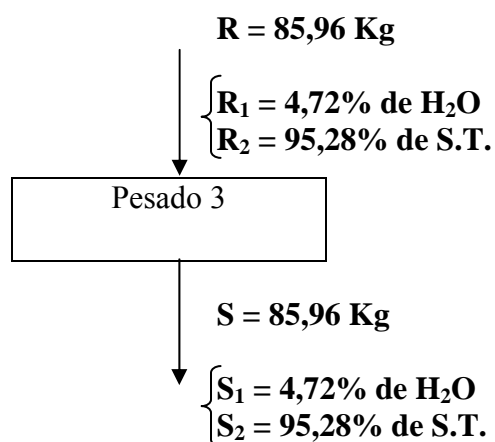
Balance parcial de almidón seco

$$R = P - Q$$

$$R = 191,03 \text{ Kg} - 105,066 \text{ Kg}$$

$$R = 85,96 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el pesado 3



Balance total:

$$R = S$$

$$85,96 \text{ Kg} = S$$

Balance parcial de humedad.

$$R \times (R_1) = S \times (S_1)$$

$$S_1 = \frac{85,96 \text{ Kg} \times 4,72}{85,96 \text{ kg}}$$

$$S_1 = 4,72\%$$

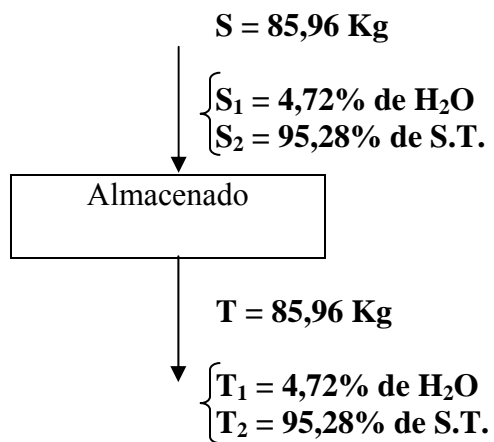
Balance parcial de sólidos totales

$$R \times (R_2) = S \times (S_2)$$

$$S_2 = \frac{85,96 \text{ Kg} \times 95,28}{85,96 \text{ kg}}$$

$$S_2 = 95,28\%$$

❖ Balance de materia para el almacenado



Balance total:

$$S = T$$

$$85,96 \text{ Kg} = T$$

Balance parcial de humedad.

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

$$T_1 = \frac{85,96 \text{ Kg} \times 4,72}{85,96 \text{ kg}}$$

$$T_1 = 4,72\%$$

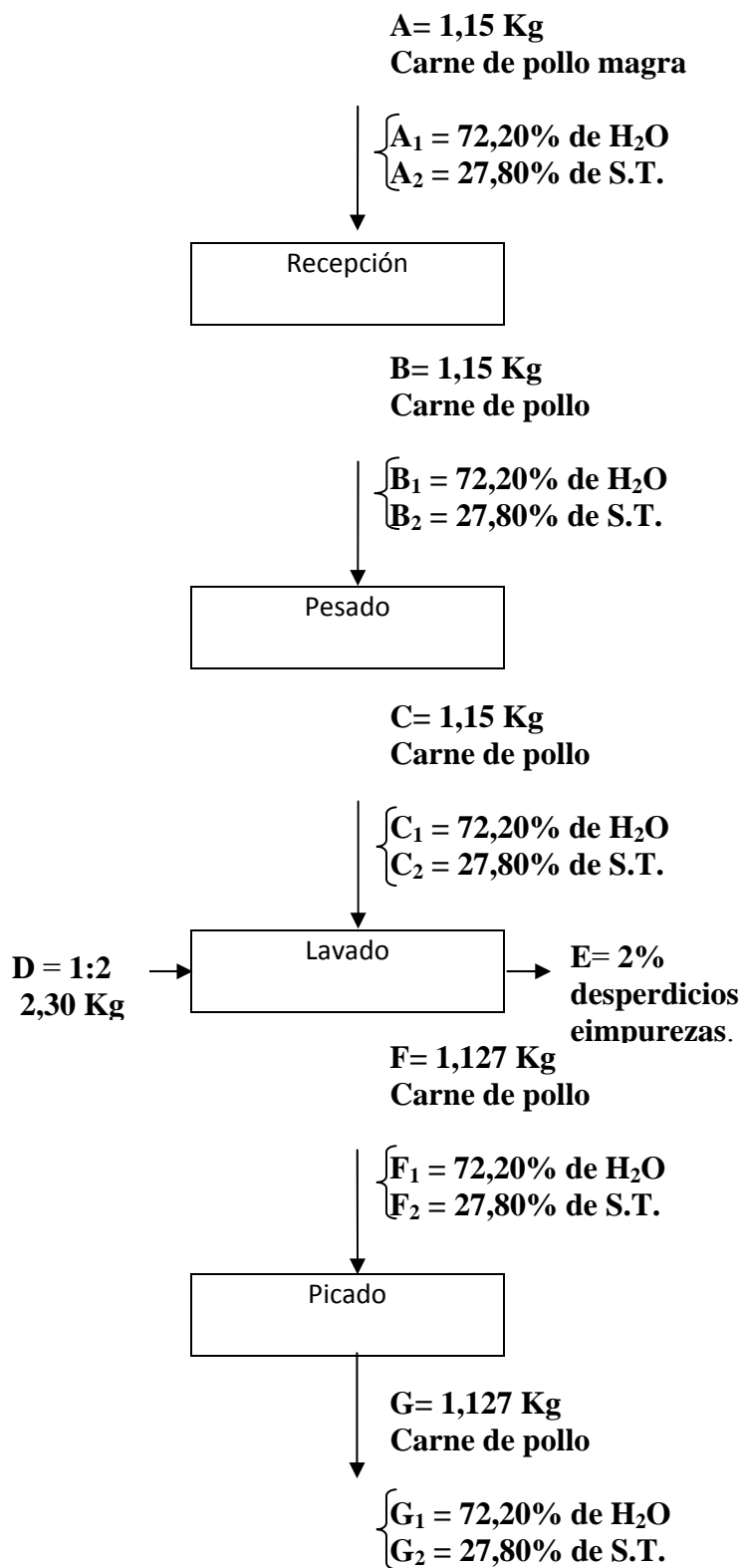
Balance parcial de sólidos totales

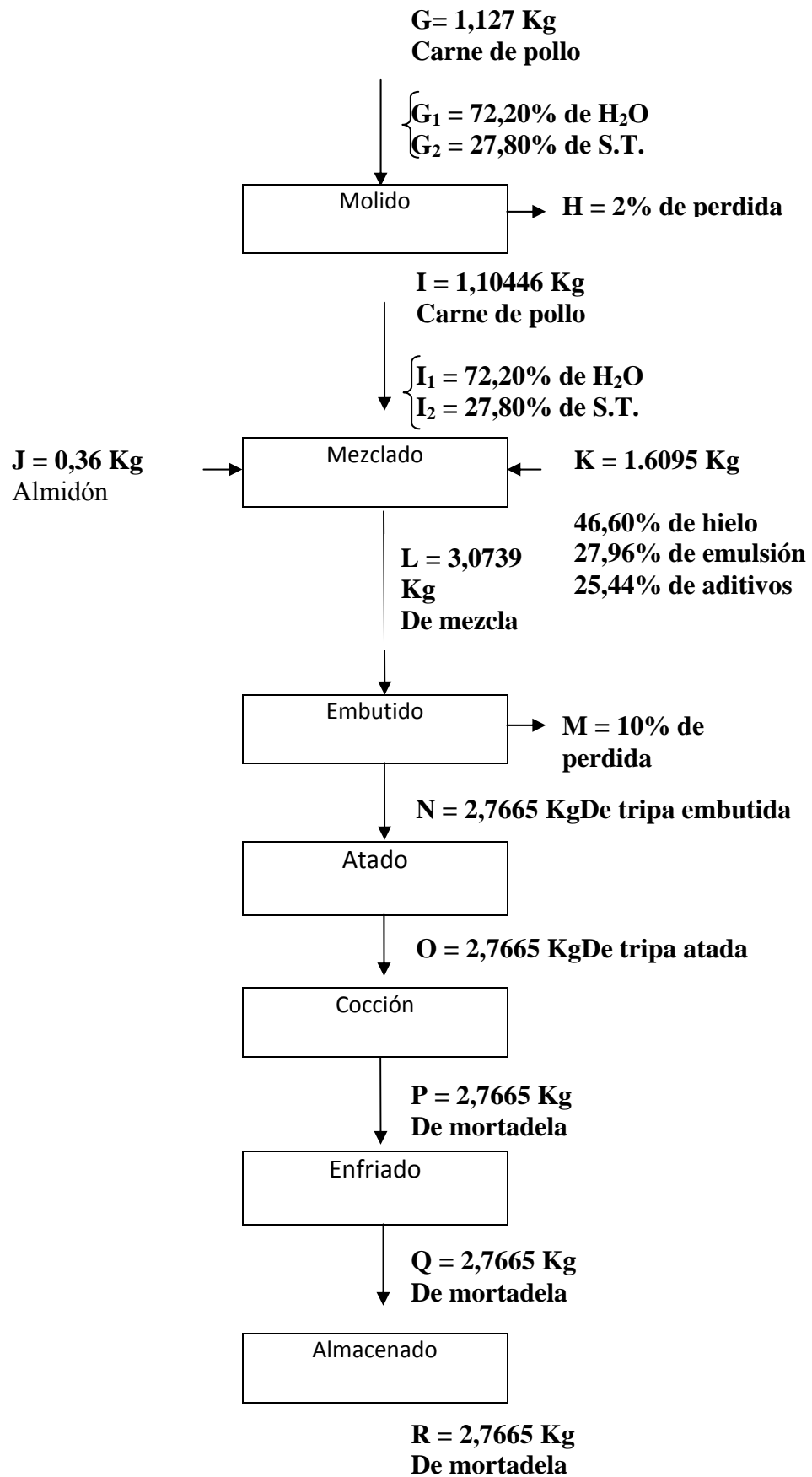
$$S \times (S_2) = T \times (T_2)$$

$$T_2 = \frac{85,96 \text{ Kg} \times 95,28}{85,96 \text{ kg}}$$

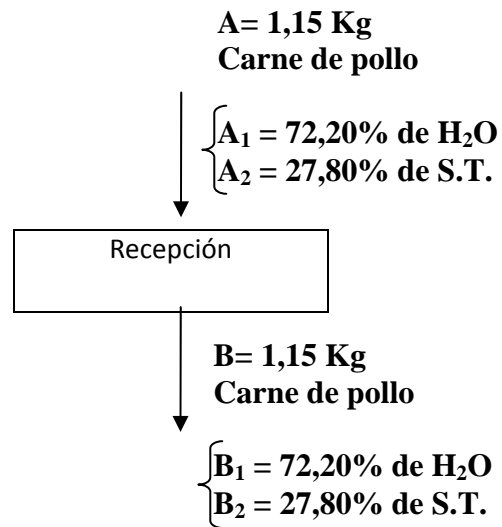
$$T_2 = 95,28\%$$

4.1.2. Diagrama de flujo cuantitativo para la elaboración de mortadela de pollo con almidón de camote.





❖ Balance de materia para la recepción.



Balance total:

$$A = B$$

$$1,15 \text{ Kg} = B$$

Balance parcial de humedad.

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

$$B_1 = \frac{1,15 \text{ Kg} \times 72,20}{1,15 \text{ kg}}$$

$$B_1 = 72,20\%$$

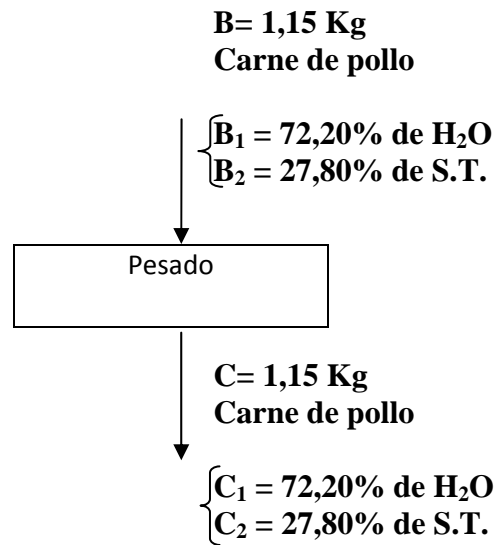
Balance parcial de sólidos totales

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

$$B_2 = \frac{1,15 \text{ Kg} \times 27,80}{1,15 \text{ kg}}$$

$$B_2 = 27,80\%$$

❖ Balance de materia para el pesado.

**Balance total:**

$$B = C$$

$$1,15 \text{ Kg} = C$$

Balance parcial de humedad.

$$B \times (B_1) = C \times (C_1)$$

$$C_1 = \frac{1,15 \text{ Kg} \times 72,20}{1,15 \text{ kg}}$$

$$C_1 = 72,20\%$$

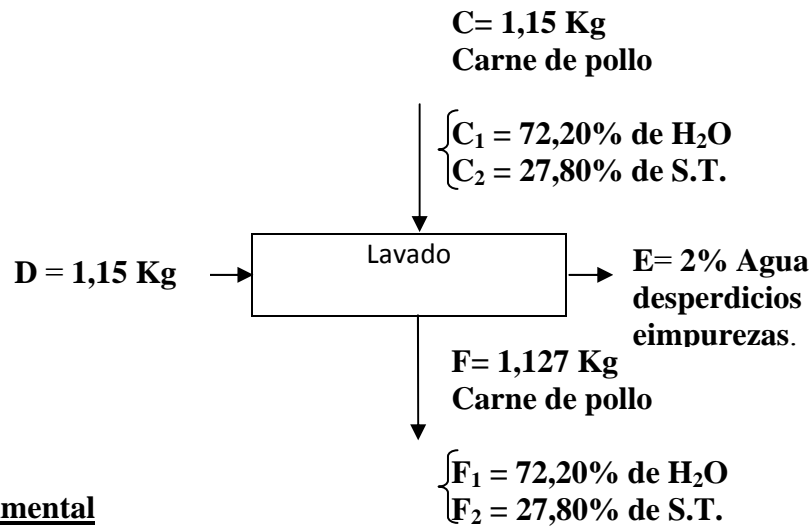
Balance parcial de sólidos totales

$$B \times (B_2) = C \times (C_2)$$

$$C_2 = \frac{1,15 \text{ Kg} \times 27,80}{1,15 \text{ kg}}$$

$$C_2 = 27,80\%$$

❖ Balance de materia para el lavado.



Dato experimental

Desperdicios: 2%

Balance total

$$C + D = E + F$$

$$1,15 \text{ Kg} + 1,15 \text{ Kg} = 2,323 \text{ Kg} + 1,127 \text{ Kg}$$

$$2,30 \text{ Kg} = 2,30 \text{ Kg}$$

Balance total de agua que sale

$$D = 2 \times C$$

$$D = 2 \times 1,15 \text{ Kg}$$

$$D = 2,30 \text{ Kg}$$

Balance parcial de desperdicios

$$E = ((2\%) \times C) + 1,15 \text{ Kg}$$

$$E = (0,023) + 2,30$$

$$E = 2,323 \text{ Kg}$$

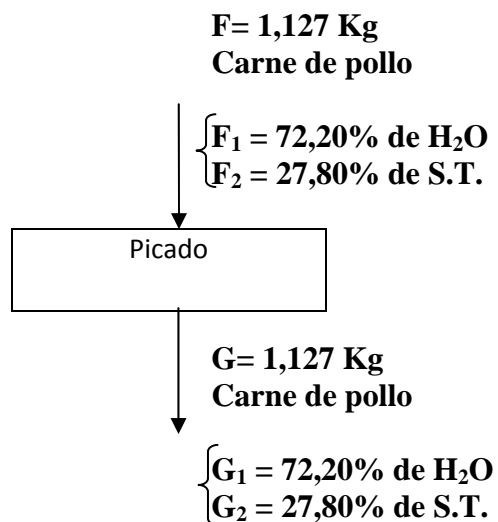
Balance parcial de carne lavada

$$F = C + D - E$$

$$F = 1,15 \text{ Kg} + 2,30 \text{ Kg} - 2,323 \text{ Kg}$$

$$F = 1,127 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el troceado.

**Balance total:**

$$F = G$$

$$1,15 \text{ Kg} = G$$

Balance parcial de humedad.

$$F \times (F_1) = G \times (G_1)$$

$$G_1 = \frac{1,127 \text{ Kg} \times 72,20}{1,127 \text{ kg}}$$

$$G_1 = 72,20\%$$

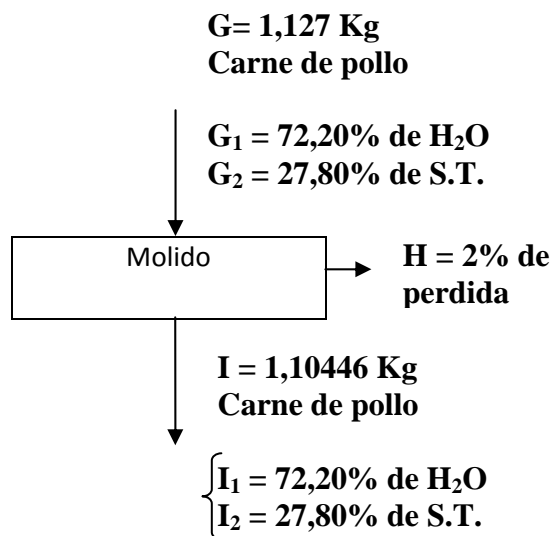
Balance parcial de sólidos totales

$$F \times (F_2) = G \times (G_2)$$

$$G_2 = \frac{1,127 \text{ Kg} \times 27,80}{1,127 \text{ kg}}$$

$$G_2 = 27,80\%$$

❖ Balance de materia para el molido.

**Dato experimental****Desperdicio: 2%****Balance total**

$$G = H + I$$

$$1,127 \text{ Kg} = 0,02254 \text{ Kg} + 1,10446 \text{ Kg}$$

$$1,127 \text{ Kg} = 1,127 \text{ Kg}$$

Balance parcial de desperdicio

$$H = (2\%) \times G$$

$$H = (0,02) \times 1,127$$

$$H = 0,02254 \text{ Kg}$$

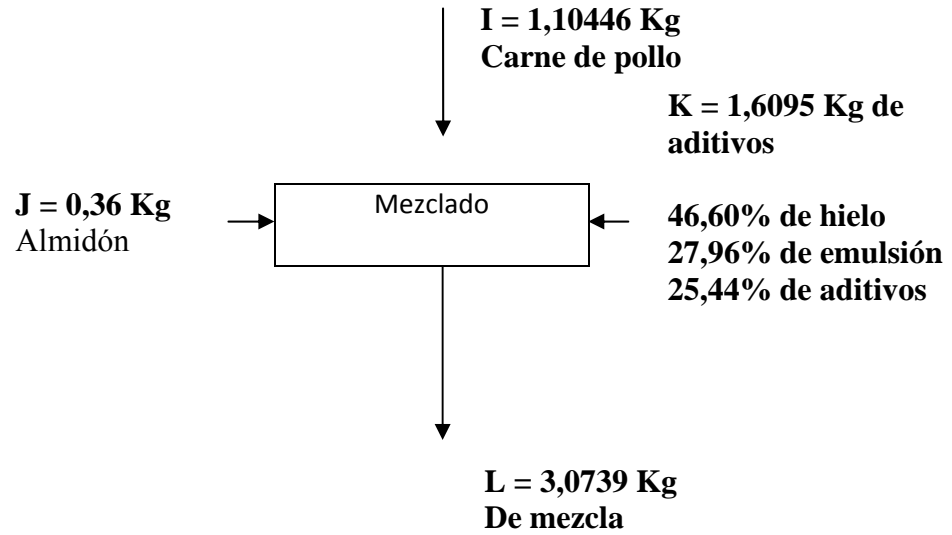
Balance parcial de carne molida

$$I = G - H$$

$$I = 0,756 \text{ Kg} - 0,02254 \text{ Kg}$$

$$I = 1,10446 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el mezclado.



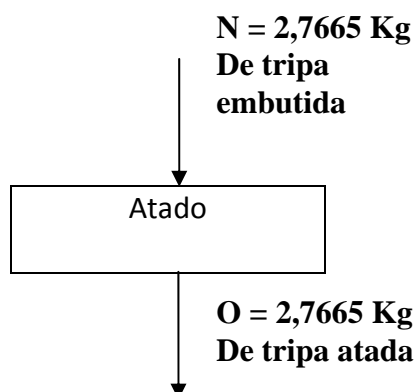
Balance total

$$I + J + K = L$$

$$1,10446 \text{ Kg} + 0,36 \text{ Kg} + 1,6095 \text{ Kg} = 3,0739$$

$$3,0739 \text{ Kg} = 3,0739 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el atado de la mortadela

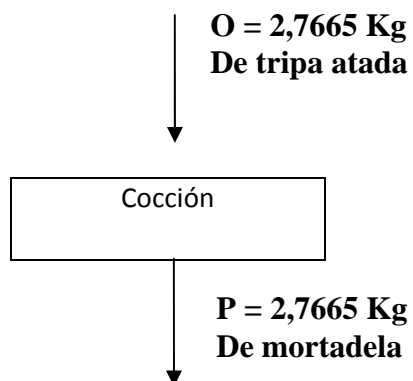


Balance total

$$N = O$$

$$2,7665 \text{ Kg} = 2,7665 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para la cocción

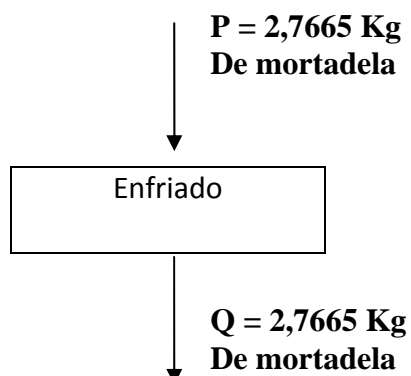


Balance total

$$O = P$$

$$2,7665 \text{ Kg} = 2,7665 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el enfriado.

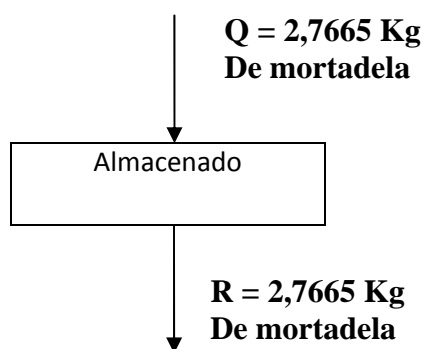


Balance total

$$P = Q$$

$$2,7665 \text{ Kg} = 2,7665 \text{ Kg}$$

❖ Balance de materia para el almacenado.



Balance total

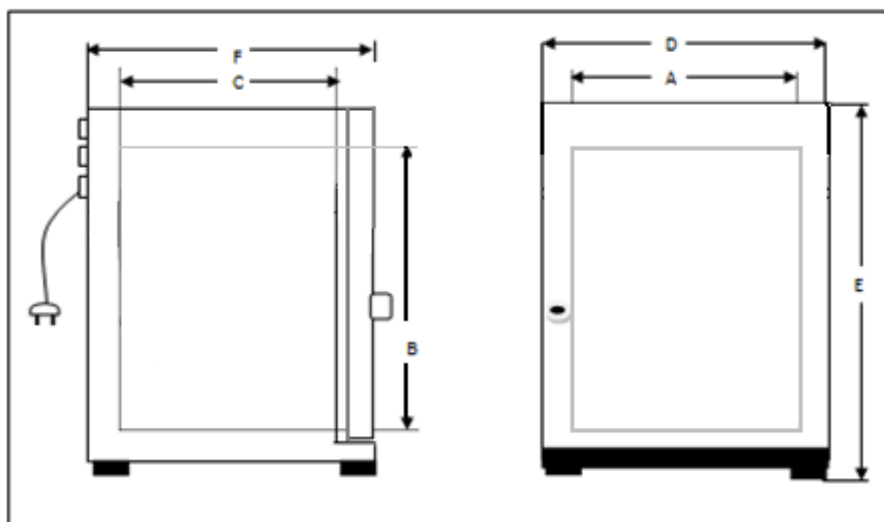
$$Q = R$$

$$2,7665 \text{ Kg} = 2,7665 \text{ Kg}$$

4.2. Balance de energía en el secado de almidón de camote a nivel de laboratorio.

Gráfico. N°: 6

Secador



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2010.

Cuadro. No: 30

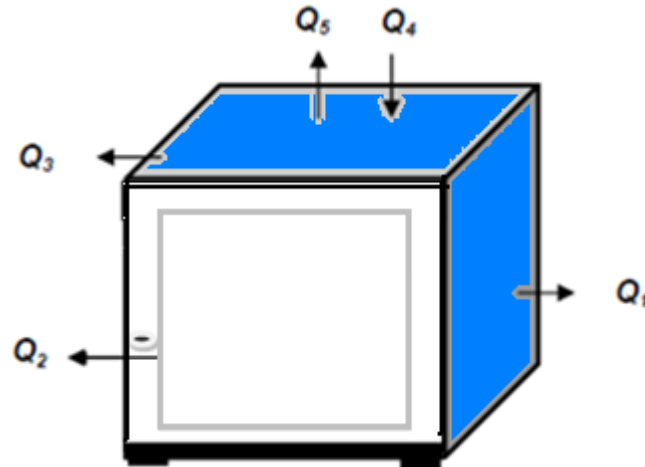
Datos técnicos de la estufa

Descripción	Medidas en (mm)
Anchura de la cámara interior A (mm)	620
Altura de la cámara interior B (mm)	587.5
Fondo de la cámara interior C (mm)	457
Anchura exterior D (mm)	770
Altura exterior E (mm)	867.5
Fondo exterior F (mm)	607
N° máx. de bandejas	4
Condiciones ambientales	Temperatura ambiente entre 5 °C Y 40 °C Humedad relativa 80%, sin condensar. Grado de contaminación 2.

Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

4.2.1. Balance de energía del secado

Gráfico. N°: 7
Balance de energía del secador



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

Q_1 = Calor de paredes verticales

Q_2 = Calor de paredes frontal y posterior

Q_3 = Calor de paredes horizontales

Q_4 = Calor que ingresa al sistema

Q_5 = Calor práctico del producto

❖ Ecuación general para realizar el balance de energía

Balance general:

$$Q_5 = Q_4 - Q_3 - Q_2 - Q_1$$

4.2.1.1. Cálculo del calor de paredes verticales

Datos:

$$T_s = 27^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 25^\circ\text{C}$$

$$L = 0.867 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\alpha)}{2}$$

Donde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(27 + 25)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 26^\circ\text{C} + 273.15 = 299.15^\circ\text{K}$$

❖ Coeficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{299.15^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 3.34 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 299.15°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty (Anexo 2)

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

Donde:

g = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$K = 0.02617 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\mu = 1.974 \cdot 10^{-5} \text{ Kg/m. s}$$

$$\delta = 1.1814 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Pr} = 0.708$$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_a)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.34 * 10^{-3} (27 - 25)^\circ\text{C} (1.1814 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.867^2}{(1.974 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s})^2}$$

$$G_r = 1.7625 * 10^8$$

$$G_r * \text{Pr} = 1.247 * 10^8$$

$$\log_{10} G_r * \text{Pr} = 8.10$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Anexo 4).

$$N_u = \text{numerodenussel}$$

$$\log_{10} N_u = 1.75$$

$$N_u = 56.23$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{56.23 * 0.02617 \text{ W/m.}^\circ\text{C}}{0.867\text{m}}$$

$$h = 1.697 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

❖ **Área de las paredes verticales**

$$A = b * a$$

Donde:

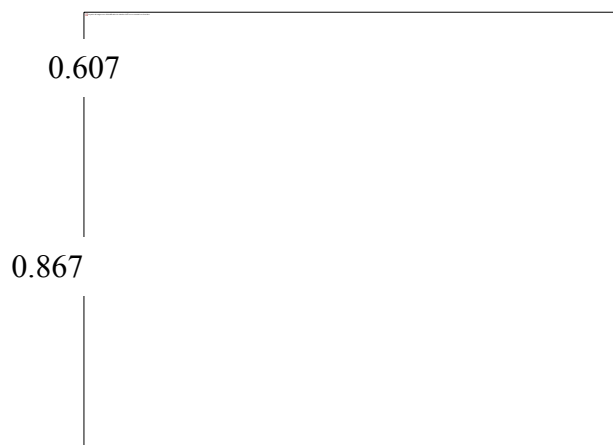
A= área

b = base

a = altura

Gráfico. N°: 8

Área de las paredes verticales del secador



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

$$A = b \times a$$

$$A = (0.867\text{m} \times 0.607\text{ m}) \times 2$$

$$A = 1.05\text{m}^2$$

❖ **Calor de las paredes verticales**

$$\Delta T = (70 - 25)^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = h * A * \Delta T$$

$$Q_1 = 1.697\text{W}/\text{m}^2\text{C} * 1.05\text{m}^2 * 45^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 80.18\text{ W}$$

4.2.1.2. Cálculo del calor de las paredes frontal y posterior

Datos:

$$T_s = 27^\circ\text{C}$$

$$T_\alpha = 25^\circ\text{C}$$

$$L = 0.770 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\alpha)}{2}$$

Donde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(27 + 25)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 26^\circ\text{C} + 273.15 = 299.15^\circ\text{K}$$

❖ Coeficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{299.15^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 3.34 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 300.16°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty (Anexo 2).

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

Donde:

g = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$K = 0.02617 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

$\mu = 1.974 \cdot 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$

$\delta = 1.1814 \text{ Kg/m}^3$

$Pr = 0.708$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.34 * 10^{-3} (27 - 25)^\circ\text{C} (1.1814 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.770^2}{1.974 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}^2}$$

$$G_r = 1.39 * 10^8$$

$$G_r * Pr = 9.84 * 10^7$$

$$\log_{10} G_r * Pr = 7.99$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Anexo 4).

N_u = numero de nussel

$$\log_{10} N_u = 1.70$$

$$N_u = 50.11$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{50.11 * 0.02617 \text{ W/m. } ^\circ\text{C}}{0.77\text{m}}$$

$$h = 1.70 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

❖ **Área de las paredes frontal y posterior del secador**

$$A = b * a$$

Donde:

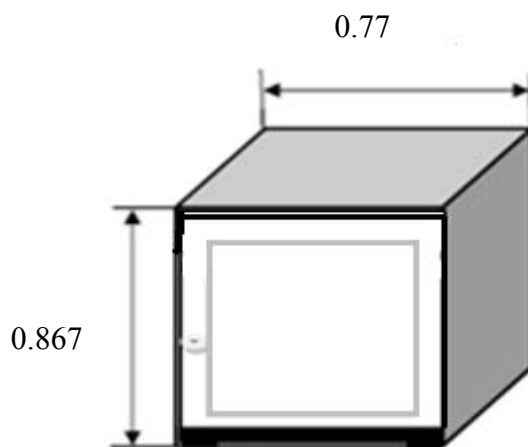
A = área

b = base

a = altura

Gráfico. N°: 9

Área de las paredes Frontal y posterior del secador



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

$$A = b \times a$$

$$A = (0.77\text{m} \times 0.867\text{ m}) \times 2$$

$$A = 1.33\text{ m}^2$$

❖ Calor de las paredes Frontal y posterior

$$\Delta T = (70 - 25)^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q_2 = 1.70\text{ W/m}^2\text{C} \cdot 1.33\text{m}^2 \cdot 45^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 101.74\text{ W}$$

4.2.1.3. Cálculo del calor de las paredes horizontales

Datos:

$$T_s = 27^\circ\text{C}$$

$$T_\alpha = 25^\circ\text{C}$$

$$L = 0.607\text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\alpha)}{2}$$

Donde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(27 + 25)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 26^\circ\text{C} + 273.15 = 299.15^\circ\text{K}$$

❖ Coeficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{299.15^\circ K}$$

$$\beta = 3.34 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 300.16°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty (Anexo 2).

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

Donde:

g = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$K = 0.02617 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\mu = 1.974 * 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\delta = 1.1814 \text{ Kg/m}^3$$

$$Pr = 0.708$$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.34 * 10^{-3} (27 - 25)^\circ\text{C} (1.1814 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.607^2}{1.974 * 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}^2}$$

$$G_r = 8.6 * 10^7$$

$$G_r * Pr = 6.1 * 10^7$$

$$\log_{10} G_r * Pr = 7.78$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Anexo 4).

$N_u = \text{numero de nussel}$

$$\log_{10} N_u = 1.65$$

$$N_u = 44.66$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{44.66 * 0.02617 \text{ W/m. } ^\circ\text{C}}{0.607\text{m}}$$

$$h = 1.92\text{W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

❖ Área de las paredes horizontales

$$A = b * a$$

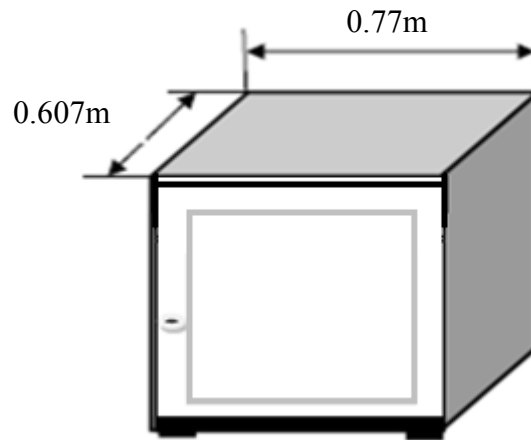
Donde:

A = área

b = base

a = altura

Gráfico. N°: 10
Área de las paredes horizontales



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

$$A = b \times a$$

$$A = (0.77\text{m} \times 0.607\text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.93\text{m}^2$$

❖ **Calor de las paredes horizontales**

$$\Delta T = (70 - 25)^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = h * A * \Delta T$$

$$Q_3 = 1.92\text{W}/\text{m}^2\text{C} * 0.93\text{m}^2 * 45^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 80.35\text{ W}$$

4.2.1.4. Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador

Datos:

$$\text{Vol.} = 110\text{ vol}$$

$$\text{Amp} = 10\text{ amp}$$

$$\text{Tiempo con energía} = 3\text{ horas} = 10800\text{ segundos}$$

$$\text{Eficiencia del secador} = 85\%$$

$$Q_4 = \text{vol} * \text{amp}$$

$$Q_4 = (102 * 2.5)W$$

$$Q_4 = (255 W) + 15\%$$

$$Q_4 = 293.25W$$

4.2.1.5. Cálculo del calor práctico del producto

Balance general

$$Q_5 = Q_4 - Q_3 - Q_2 - Q_1$$

$$Q_5 = (293.25 - 80.35 - 101.74 - 80.18)W$$

$$Q_5 = 31.18 W$$

4.2.1.6. Cálculo del calor teórico del producto

❖ Calor específico del almidón de camote

Datos:

$$\% \text{ Humedad} = 4.72 \%$$

$$\% \text{ sólidos} = 95.28 \%$$

$$C_p \text{ agua} = 4.19 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ Solido} = 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{almidon}} = \frac{M_{H_2O}}{M} * C_p H_2O + \frac{M_{\text{solido}}}{M} C_p \text{ Solido}$$

$$C_{p\text{almidon}} = \frac{4.75}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} + \frac{95.28}{100} * 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{almidon}} = 1.5138 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

❖ Calor sensible

Datos:

$$M = 0.085 \text{ kg/3 h} = 0.028 \text{ Kg/h}$$

$$C_{p\text{almidon}} = 1.5138 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 45^\circ\text{C}$$

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

$$Q_s = 0.028 \text{ Kg/h} * 1.5138 \text{ KJ/Kg.}^\circ\text{C} * 45^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 1.907 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.00052983 \text{ KW} * \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}}$$

$$Q_s = 0.53 \text{ W}$$

❖ Calor latente

Datos:

$$M_{\text{agua}} = 0.104 \text{ kg/3 h} = 0.035 \text{ kg/h}$$

$$hfg_{70^\circ\text{C}} = 2333.8 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M_{\text{agua}} * hfg_{90^\circ\text{C}}$$

$$Q_l = 0.035 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 2333.8 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 81.683 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.0226 \text{ KW} * \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}}$$

$$Q_l = 22.69 \text{ W}$$

❖ Calor total teórico del producto

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

$$Q_T = (0.53 + 22.69) \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 23.22 \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 27.86 \text{ W}$$

4.2.1.7. Porcentaje de eficiencia del secador

$$\%E = \frac{\text{Calor teórico del producto}}{\text{calor práctico del producto}} * 100$$

$$\%E = \frac{27.86 \text{ W}}{31.18 \text{ W}} * 100$$

$$\%E = 89.35 \%$$

4.2.1.8. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor a nivel de laboratorio

❖ Área de la superficie de las bandejas utilizadas para secar

$$A = b * h \text{ (Batty, 1990)}$$

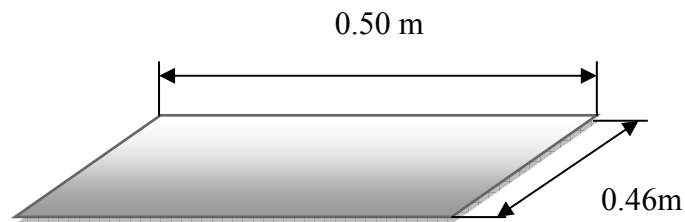
Donde

A = Área

b = Base

h = Altura

Gráfico. N°:11
Área de las bandejas del secador



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

$$A = (0.50 * 0.46) \text{ m}$$

$$A = 0.04 \text{ m}^2 * 1 \text{ bandeja}$$

$$A = 0.04 \text{ m}^2$$

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

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

$$U = \frac{31.18 \text{ W}}{0.04 \text{ m}^2 * 45^\circ\text{C}}$$

$$U = 17,32 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

4.3. Curva de secado del almidón

Cuadro. No: 31

Datos experimentales para la curva de secado (70° C) del almidón

Tiempo (Hrs)	Muestra (Kg)	H ₂ O Evaporada (kg)	H ₂ O Total	XT Perdida de humedad (kg)	X Cantidad de humedad kg H ₂ O /Kg m.s	Contenido de humedad mediakgH ₂ O/kg ms	velocidad kgH ₂ O/hrm ²
0,0	0,16502						
0,5	0,13602	0,02900					
1,0	0,11657	0,01945	0,04845	0,03555	0,43889		
1,5	0,10200	0,01457	0,06302	0,02098	0,25901	0,34895	0,06623
2,0	0,09126	0,01074	0,07376	0,01024	0,12642	0,19272	0,04882
2,5	0,08590	0,00536	0,07912	0,00488	0,06025	0,09333	0,02436
3,0	0,08500	0,00090	0,08002	0,00398	0,04914	0,05469	0,00409

Fuente: Andino, Franclin/UTE; 2011

❖ Datos y cálculos de laboratorio

Producto húmedo: 69% H₂O

Producto seco: 4.72 % H₂O

❖ Peso inicial de agua

Peso inicial de H₂O = Peso de H₂O eliminada + Peso H₂O de la masa seca

Peso de H₂O eliminada = Peso muestra húmeda – Peso muestra seca

Peso de H₂O eliminada = 0.16502– 0.085

Peso de H₂O eliminada = 0.080

❖ **Peso de agua de la masa seca**

$$\text{Peso H}_2\text{O de masa seca} = \text{Peso de masa seca} * \% \text{H}_2\text{O de masa seca}$$

$$\text{Peso H}_2\text{O de masa seca} = 0.085 * 0.0472$$

$$\text{Peso H}_2\text{O de masa seca} = 0.00401 \text{ Kg H}_2\text{O}$$

$$\text{Peso inicial de H}_2\text{O} = \text{Peso de H}_2\text{O eliminada} + \text{Peso H}_2\text{O de la masa seca}$$

$$\text{Peso inicial de H}_2\text{O} = 0.080 + 0.00401$$

$$\text{Peso inicial de H}_2\text{O} = 0.084 \text{ Kg.}$$

❖ **Peso de la muestra seca**

$$\text{Peso de la materia seca}$$

$$= \text{peso del producto seco} - \text{peso del H}_2\text{O del producto seco}$$

$$\text{Peso de la materia seca} = 0.085 - 0.00401$$

$$\text{Peso de la materia seca} = 0.081 \text{ Kg.}$$

❖ **Porcentaje de humedad inicial**

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = \frac{\text{peso inicial del H}_2\text{O}}{\text{peso de la muestra humeda}} * 100$$

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = \frac{0.084 \text{ Kg.}}{0.16502 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = 50.90 \%$$

❖ **Porcentaje de humedad final**

$$\% \text{ humedad final del producto} = \frac{\text{peso del H}_2\text{O muestra seca}}{\text{peso del producto seco}} * 100$$

$$\% \text{ humedad final del producto} = \frac{0.00401 \text{ Kg}}{(0.16502 - 0.080)} * 100$$

$$\% \text{ humedad final del producto} = 4.71\%$$

4.3.1. Pérdida de humedad

$X_T = \text{Peso inicial del H}_2\text{O} - \text{Perdidad de humedad}$

Cuadro. No: 32
Perdida de humedad (X_T) del almidón

Tiempo (Hrs)	Peso inicial del H ₂ O	PERDIDA DE HUMEDAD	Humedad total Kg de H ₂ O
1,0	0,084	0,03555	0,04845
1,5	0,084	0,02098	0,06302
2,0	0,084	0,01024	0,07376
2,5	0,084	0,00488	0,07912
3,0	0,084	0,00398	0,08002

Fuente: Andino, Franclin;UTE/2011

4.3.2. Contenido de humedad

$$\text{Contenido de humedad (X)} = \frac{\text{Humedad total } X_T}{\text{Masa total seca}}$$

$$\text{Contenido de humedad (X)} = \frac{0.03555}{0.081}$$

$$\text{Contenido de humedad (X)} = 0.43 \text{ kg H}_2\text{O /Kg m. s}$$

4.3.3. Velocidad de secado

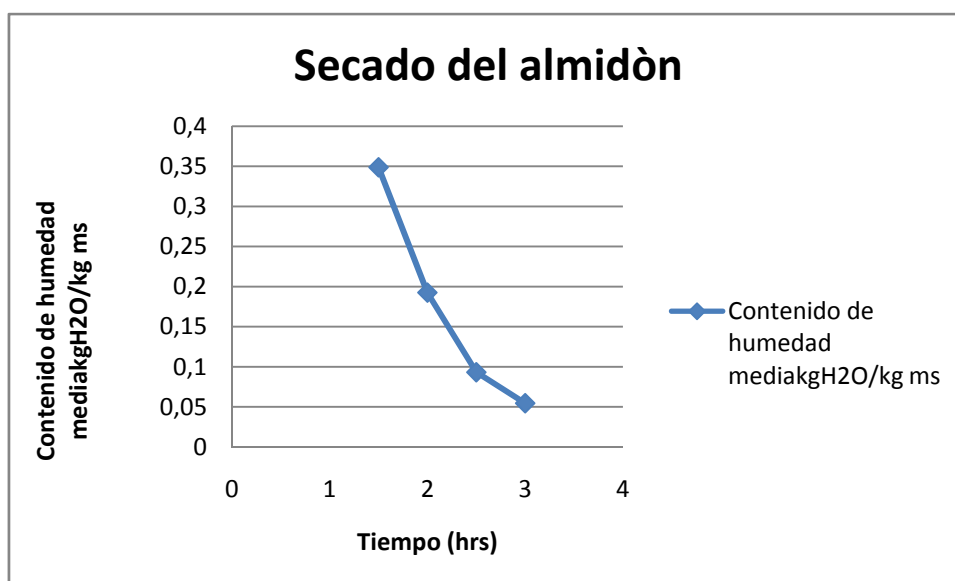
$$v = \frac{X_{T1} - X_{T2}}{\text{Tiempo (hrs)} * A \text{ (m}^2\text{)}}$$

Cuadro. No: 33
Velocidad de secado

Tiempo (hrs)	Fórmula	Velocidad de secado (kgH ₂ O/hrm ²)
1.5	$v1=(0,03555-0.02098)/(0.5*0.44)$	0,06623
2.0	$v2= (0.02098-0.01024)/(0.5*0.44)$	0,04882
2.5	$v3=(0.01024-0.00488)/(0.5*0,44)$	0,02436
3.0	$v4= (0.00488-0.00398)/(0.5*0.44)$	0,00409

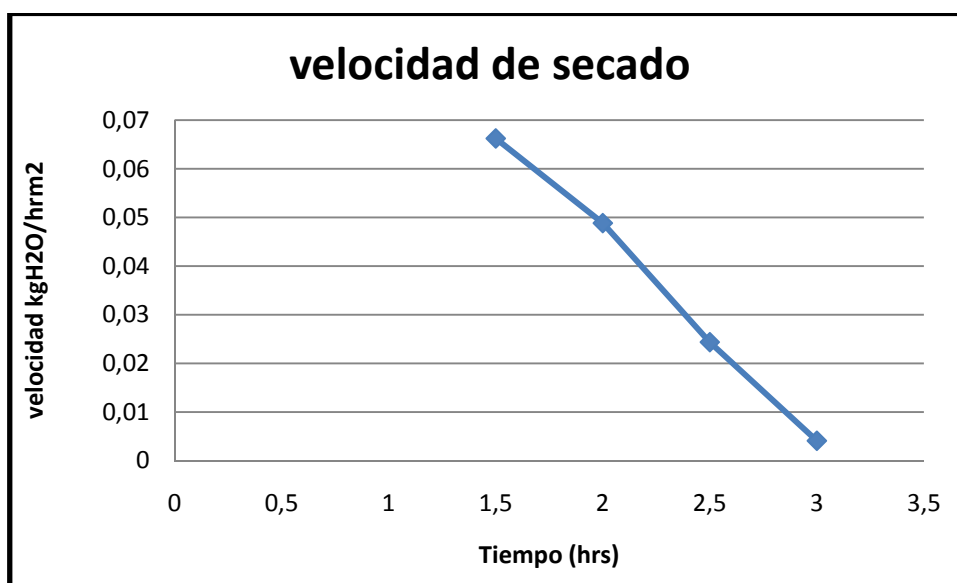
Fuente: Andino, Fanclin;UTE/ 2010

Gráfico. N°:12
Curva de secado del almidón



Fuente: Andino, Franclin; UTE/2011

Gráfico N° 13
Velocidad de secado del almidón



Fuente: Andino Franclin; UTE/2011

4.4. Rendimiento

4.4.1. Rendimiento del almidón.

Cuadro. No: 34
Rendimiento del almidón

Kilogramos de camote que ingresa = 1000kg

Kilogramos de almidón que se obtiene = 85,96 Kg

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{kilogramosdealmidonobtenido}}{\text{kilogramosdecamotequeingresa}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{85,96\text{kg}}{1000\text{kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 8.5 \%$$

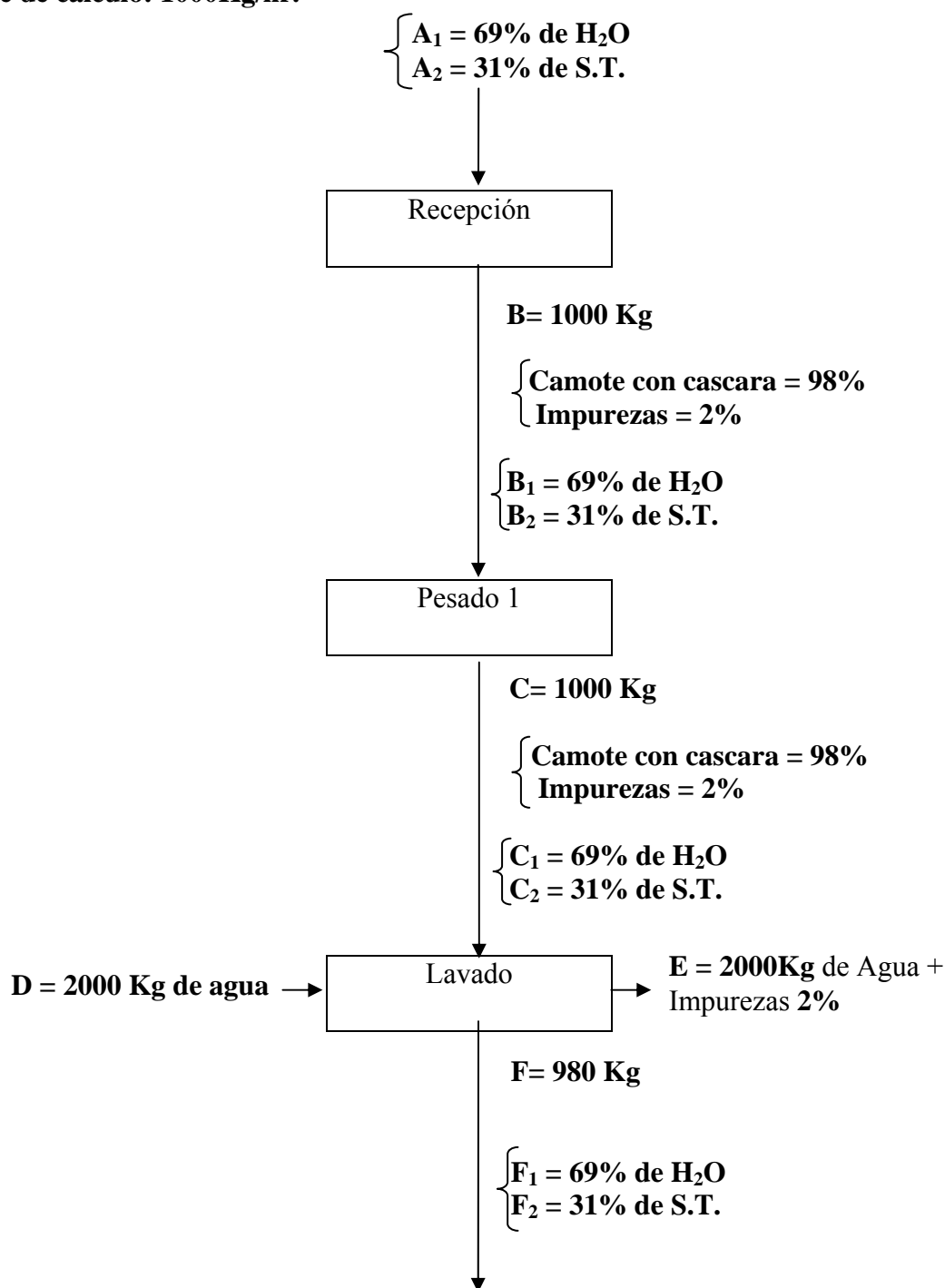
Fuente: Andino Franclin; UTE/2011

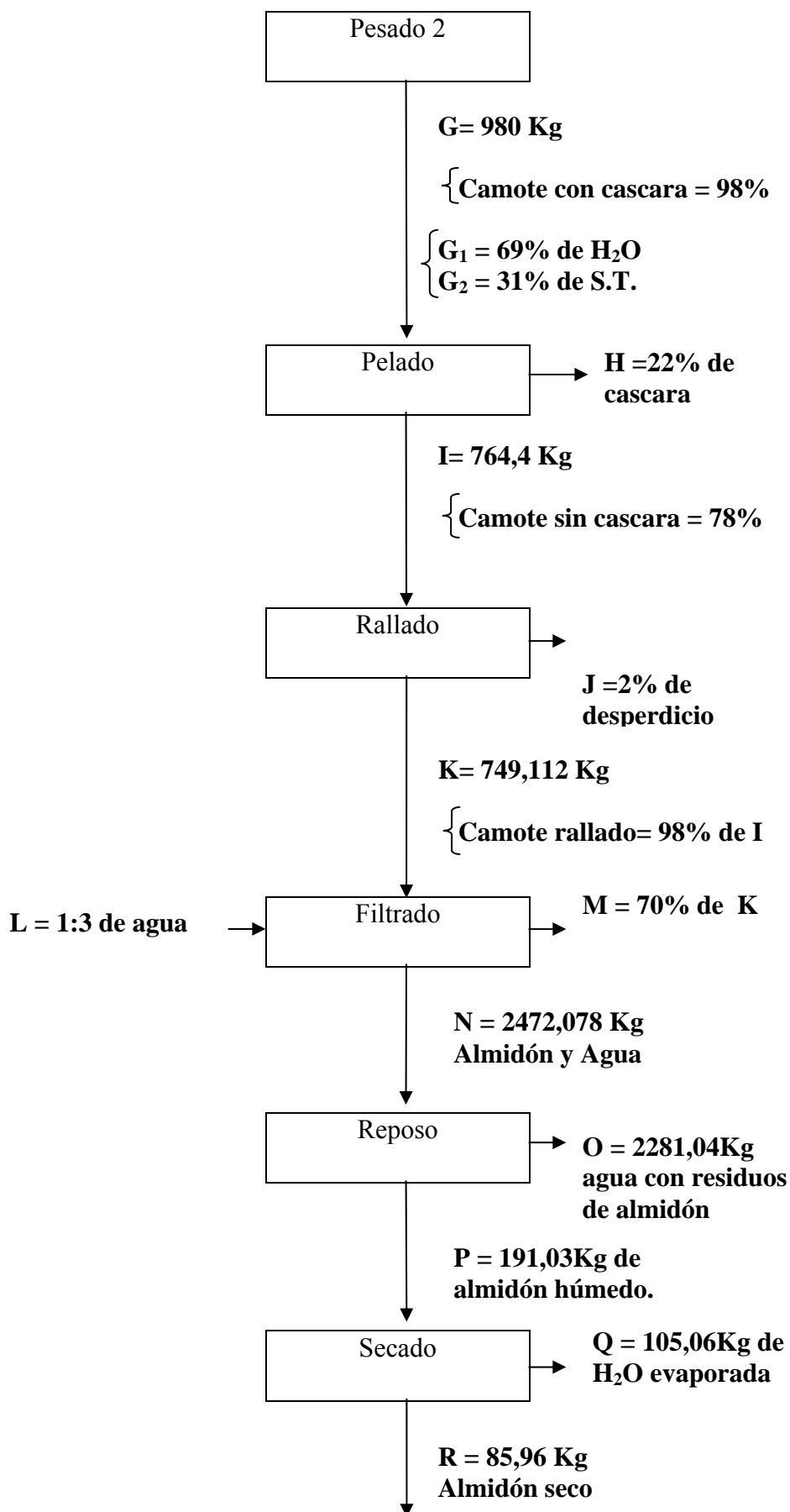
4.5. Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de almidón de camote.

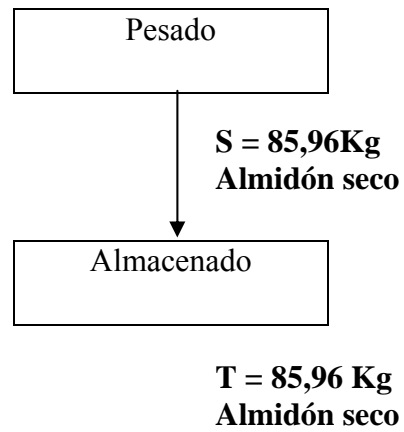
A nivel piloto

$A = 1000 \text{ Kg}$ { camote con cascara = 1000Kg

Base de cálculo: 1000Kg/hr.

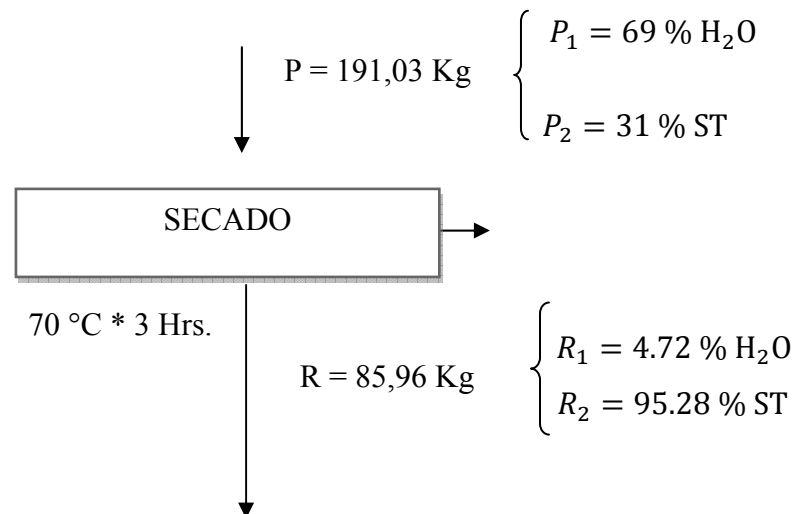






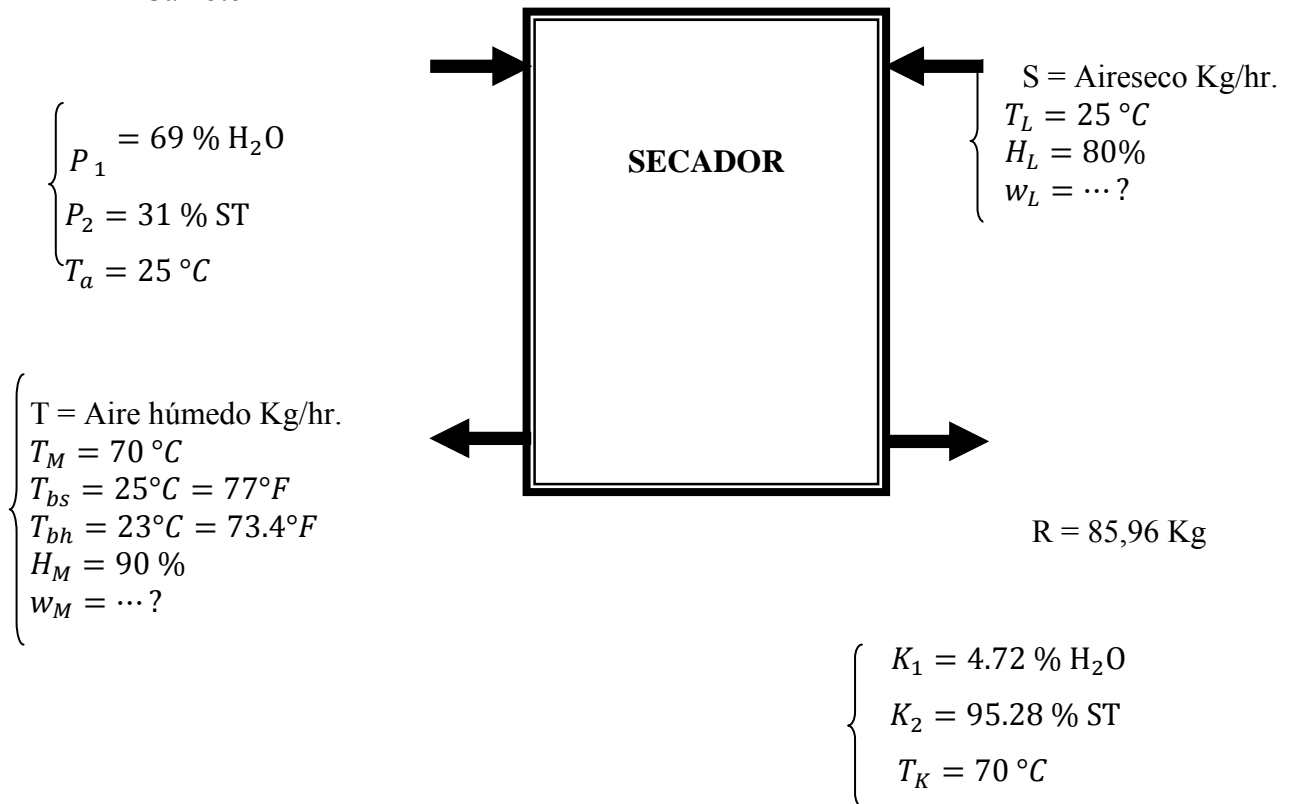
4.6. Diseño del secador a nivel piloto

4.6.1. Área de transferencia de calor a nivel piloto



4.6.2. Flujo másico de aire

$P = 191,03 \text{ Kg}$
Camote



4.6.2.1. Cálculo de la humedad absoluta del aire que ingresa w_L

$$\phi_L = \frac{P_V}{P_g} = 80$$

$$P_g(25^\circ \text{C}) = 3.169 \text{ KPa.}$$

$$P_V = P_g * \phi_L$$

$$P_V = 3.169 \text{ KPa} * 0.80$$

$$P_V = 2.5352 \text{ KPa}$$

$$w_L = 0.622 \frac{P_V}{P - P_V}$$

$$w_L = 0.622 \frac{2.5352}{101.3 - 2.5352}$$

$$w_S = 0.01596 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}$$

4.6.2.2. Cálculo de la humedad absoluta del aire que sale w_T

$$\phi_L = \frac{P_V}{P_g} = 0.90$$

$$P_g(70^\circ\text{C}) = 31.19\text{KPa.}$$

$$P_V = P_g * \phi_L$$

$$P_V = 31.19 \text{ KPa} * 0.90$$

$$P_V = 28.071 \text{ KPa}$$

$$w_M = 0.622 \frac{P_V}{P - P_V}$$

$$w_M = 0.622 \frac{28.071}{101.3 - 28.071}$$

$$w_T = 0.238 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}$$

4.6.2.3. Balance húmedo del sistema

❖ Balance general

$$P + S = R + T$$

$$191.03 + S = 85.96 + T$$

$$191.03 - 85.96 = T - S$$

$$105.07 + S = T$$

$$S = T - 105.07$$

❖ Balance de agua

$$P(w_I) + S(w_s) = R(W_R) + T(w_T)$$

$$191.03(0.69) + (T - 10.63)(0.01596) = 85.96(0.0472) + T(0.238)$$

$$131.81 + 0.01596T - 0.1696 = 4.057312 + 0.238T$$

$$-0.2204T = -127.58$$

$$T = 578.85 \text{ Kg aire húmedo}$$

Por lo tanto

$$S = T - 105.07$$

$$S = 578.85 - 105.07$$

$$S = 473.78 \text{ Kg de aire seco}$$

4.6.2.4. Cantidad de calor total del secador

$$Q = M_{pe}C_{pe}(T_{pe} - T_{pi}) + M_a(C_a(T_{ae} - T_{ai}) + w_{ai}(h_{ve} - h_{vi})) + M_{evap}(h_{ve} - h_{li}) + Q_{perdido}$$

Datos

Q = transferencia de calor que se necesita

M_{pe} = velocidad de flujo de la masa del producto que sale del sistema = 85.96 Kg

C_{pe} = calor específico del producto a la salida = 1.5138KJ/Kg. °C

T_{pe} = temperatura del producto a la salida = 70 °C

T_{pi} = temperatura del producto a la entrada = 25 °C

M_a = velocidad de flujo de masa del aire seco a la entrada del secador

$$= 473.78 \text{ kg aire seco}$$

C_a = calor específico a presión constante del aire seco = 1.0035 KJ/Kg °C

T_{ae} = temperatura del aire a la salida = 70 °C

T_{ai} = temperatura del aire a la entrada = 25°C

w_{ai} = humedad absoluta del aire que entra al secador

$$= 0.01596 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}$$

h_{ve} = entalpía del vapor de agua en la salida del aire = 2626.8KJ/Kg

h_{vi} = entalpía del vapor de agua en la entrada del aire = 2547.2 KJ/Kg

M_{evap} = velocidad de evaporación dentro del secador

$$= 105.07\text{Kg agua evaporada}$$

h_{li} = entalpía del agua líquida en la entrada del producto = 104.89 KJ/Kg

$Q_{perdido}$ = pérdida del calor a través de las paredes por fuga del aire

$$Q = 85.96 \text{ Kg} * 1.5138 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} (70 - 25)^\circ\text{C} + 473,78 \text{ Kg aire seco} \left(1.0035 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} (70 - 25)^\circ\text{C} + 0.01596 \frac{\text{KgH}_2\text{O}}{\text{Kg aire seco}} (2626.8 - 2547.2) \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right) + 105.07\text{Kg agua evaporada}$$

$$(2626.8 - 104.89) \frac{KJ}{Kg} + Q_{perdido}$$

$$Q = (5855.68 \text{ KJ} + 21992.86 \text{ KJ} + 264977.08 \text{ KJ}) + Q_{perdido}$$

$$Q = 292829.37 \text{ KJ} + 20\%$$

$$Q = 351395.24 \text{ KJ}$$

$$Q = 351395.24 \frac{KJ}{3 \text{ h}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ KJ}}$$

$$Q = 97609.79 \text{ W}$$

4.6.2.5. Cálculo del área

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

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

$$A = \frac{97609.79 \text{ W}}{17.32 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 45^\circ C} = 125.23 \text{ m}^2$$

4.6.2.6. Dimensionamiento de las bandejas

$$A = \frac{125.23 \text{ m}^2}{39 \text{ bandejas}} = 3.21 \text{ m}^2 \text{ área de cada bandeja}$$

$$A = L^2$$

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{3.21 \text{ m}^2}$$

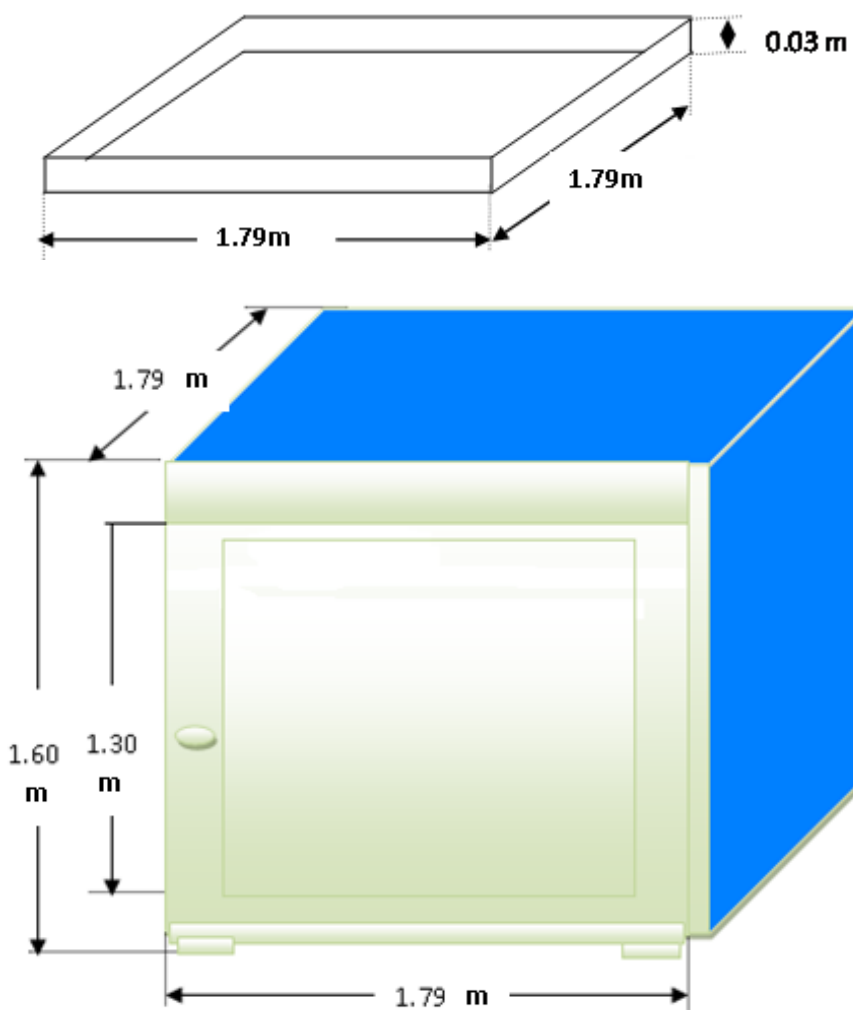
$$L = 1.79 \text{ m}$$

❖ Cantidad de materia prima en cada bandeja

$$MP(I) = \frac{191.03 \text{ Kg}}{39 \text{ bandejas}}$$

$$MP(I) = 4.898 \text{ Kg por bandeja}$$

Se construirán 39 bandejas cada bandeja tendrá las siguientes características 1.79 m largo * 1.79 m de ancho las cuales se distribuyen 13 bandejas por equipo así se construirán 3 equipos para la cantidad que vamos a procesar.



Anchura de la cámara interior (cm)	179
Altura de la cámara interior (cm)	130
Fondo de la cámara interior (cm)	179
Anchura exterior (cm)	194
Altura exterior (cm)	160
Fondo exterior (cm)	194
N° de bandejas	13

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Franklin Andino

Dibujó: Franklin Andino

Aprobó: Dr. Martínez

**VISTA FRONTAL
DEL SECADOR**

Fecha: Enero 2011

Escala: 1:100

Plano: 1

4.7. Costos

4.7.1. Costos del almidón de camote.

Cuadro. No: 35
Costos de producción del almidón.

Producto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Camote	25lbs	1 Arroba	0,08	2,00
Fundas plásticas	1	Unid.	0,06	0,06
COSTO A				2,06
Detalle	Cantidad		Total	
Mano obra	10% Costo A		0,206	
Energía	5 % Costo A		0,103	
Utilidad	20% Costo A		0,412	
produccion de maquinaria	5 % Costo A		0,103	
COSTO B			0,824	
COSTO TOTAL = COSTO A+ COSTO B				
COSTO TOTAL = 2,884				

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Peso total de almidón: 0.9656 Kg, El costo de 0.9656 kg de almidón de camote cuesta 2,884 dólares. Por lo tanto un kilo de almidón cuesta 2,98 dólares.

4.7.2. Costos de la mortadela

Cuadro. No: 36

Costos de producción de mortadela de pollo con almidón de camote.

Producto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Carne de pollo	2,26	lbs	1,50	3,39
Tocino	1.12	lbs	0,80	0,89
Almidón de camote	360	gr		1,07
Hielo	750	gr		0,25
Sal	36,52	gr		0,02
Condimento	18	gr		0,05
Ajo	1,5	gr		0,02
Cebolla	7,5	gr		0,05
Acido Ascórbico	1,5	gr		0,10
Poli fosfato	21	gr		0,10
Proteína	46	gr		0,25
COSTO A				6,19
Detalle	Cantidad	Total		
Mano obra	10% Costo A			0,619
Energía	5 % Costo A			0,3095
Utilidad	20% Costo A			1,238
produccion de maquinaria	5 % Costo A			0,3095
COSTO B			2,476	
COSTO TOTAL = COSTO A+ COSTO B				
COSTO TOTAL = 8,666				

Fuente: Andino Franclin; UTE/2010

Peso total de la mortadela 3 Kg, el costo de 3 Kg de mortadela de pollo con almidón de camote es de 8,666 dólares, por lo tanto un kilo de mortadela cuesta 2,88 dólares.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ❖ Se caracterizó el camote como materia prima la cual debe estar en óptimas condiciones para el procesamiento y una composición promedio de humedad del 69%, grasa 1,54%, proteína 3,79%, ceniza 4,68%, fibra 3,99%
- ❖ Se determinó que el mejor tratamiento para la obtención de almidón de camote de calidad es secar el almidón a una temperatura de 70°C, por un tiempo de 3 horas, el cual se obtuvo aplicando un diseño experimental (A*B) con tres repeticiones basándose en los minerales existentes en el almidón lo que se demuestra en la calidad del producto.
- ❖ Se determinó que al utilizar el almidón de camote en la fabricación de mortadela de pollo, este proporciona buenas características organolépticas al producto lo que se refleja en las encuestas realizadas.
- ❖ Se logró proporcionar una alternativa de industrialización del camote para la obtención de almidón dándole un valor agregado a un producto que no se utiliza con regularidad.
- ❖ Se ofreció un nuevo mercado para los agricultores dedicados a producir este tubérculo proporcionando la factibilidad de vender su producto.
- ❖ Se logró sustituir la harina por el almidón de camote en la elaboración de mortadela con una gran aceptabilidad como se refleja en las encuestas.
- ❖ Se analizó la composición bromatológica de la mortadela, obteniendo un resultado 60,1% de humedad, 37,51% de grasa, 7,63% de ceniza, 37,32% de proteína.

- ❖ Se realizó un balance de materia tanto a nivel de laboratorio como a nivel de planta piloto obteniendo un 8,5% de rendimiento para obtener almidón de camote, además se realizó un balance de energía para determinar la efectividad del secador dando un resultado del 89.35% debido a que el calor práctico del producto es de 31,18 W y el calor teórico del producto es de 27,86 W.
- ❖ Se diseñó un secador considerado para trabajar 1000 Kg/ hora de camote, con una área de transferencia de $125,23\text{m}^2$, con un dimensionamiento por bandeja de 1,79 m de largo y ancho, y una capacidad por bandeja de 4,898kg. Además considerando los espacios entre bandejas y carcasa del secador este tendrá las siguientes medidas 1.94m de largo por 1.94 m de fondo y 1,60 m de alto.
- ❖ Se estableció un costo de USD 2,98 el kilo de almidón debido a que el porcentaje de rendimiento de este es bajo, pero no existe mucha diferencia en cuanto al costo con relación a otros almidones existentes en el mercado.

5.2. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda que la materia prima cumpla con todas las condiciones de procesamiento y esté libre de cualquier tipo de residuo o sustancia extraña antes de ingresar al proceso que pueda afectar al consumidor final.
- ❖ Se recomienda utilizar lienzos en el proceso de filtración para que no haya mezcla entre el bagazo y el almidón.
- ❖ Para la manipulación de estos productos recomienda aplicar BPM que consiste en la utilización de cuchillos y mesas de acero inoxidable, así como también guantes mascarilla, cofias para de esta manera evitar la contaminación que puede afectar a la calidad del producto.

- ❖ Se recomienda utilizar procesos alternativos para la utilización de este almidón como puede ser en la industria de bebidas o en panificación.
- ❖ Se recomienda procesar el bagazo que se obtiene como residuo de este proceso en la elaboración de balanceados para la alimentación animal.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Arcay, José Marcano Oportunidades de la Batata en la alimentación Humana y animal.
2. BORJA, Jazmín. Obtención de almidón de malanga para la utilización en la elaboración de chorizo ahumado, UTE, 2009.
3. BARDERAS, Valiente. Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria. Editorial McGraw-Hill. México. 1991
4. BATTY, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990
5. Cánovas, Barbosa G., Dehydration of foods, Chapman and Hall. 1996. 1ª edición
6. CUADRADO, Fabián Patricio. Balanceados para pollos criollos en la etapa de engorde a partir de la harina de malanga como fuente energética, UTE, 2008.
7. DESROSIER W, Norman. / (1997). Conservación de los alimentos. Primera edición. CECSA. México.
8. Elaboración de productos CARNICOS Gaetano, Paltrinieri.-2ª.ed.-Mexico
9. EMBUTIDOS ELABORACIÓN Y DEFECTOS, Dr. Jaime Escobar, Zaragoza España.
10. FOLQUER Fausto la batata (camote) estudio de la planta y su producción comercial.
11. FONSECA, Vigoya Víctor Jairo. Operaciones en la Industria de alimentos II. Bogotá (Colombia): Edit. UNAD, 2002

12. GONZALEZ, Mayra Guillermina. Diseño de una planta piloto para la elaboración de harina de quinua, y su aplicación en la industria de la panificación para el consumo humano, UTE, 2006.
13. HERNANDEZ, Marilyn. Caracterización Físicoquímica de Almidones de Tubérculos Cultivados en la Península de Yucatán, México
14. LOMAS, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002
15. Mafart, P. / (1994: 1995). Ingeniería Industrial Alimentaria: Procesos Físicos de Conservación. Edit. Acribia. Zaragoza España
16. Manual de Análisis de Alimentos, del “Laboratorio de Química”. Universidad Tecnológica Equinoccial.
17. MOLINA, Lucia Cristina. Efecto de la harina de garbanzo y la amilasa fungal, en las características organolépticas y nutricionales del pan, UTE, 2009
18. PERRY, Robert./ (1992). Manual del Ingeniero Químico Tomo V. Sexta edición. Mexico: M.C.Graw-Hill.
19. PEARSON. 2002. Composición y análisis de los alimentos. Editorial Continental. México.
20. TECNOLOGIA DE EMBUTIDOS, Wirth F. y otros, Editorial Acriba S.A. Zaragoza España.
21. (INEN) Instituto Ecuatoriano de Normalización
22. Z. BERK Introducción a la Bioquímica de los alimentos de J.B.S Braverman – Nueva edición.
23. <http://www.cuadatusalimentos.org.ar>

24. <http://peruprensa.org/camote.htm>
25. <http://www.inia.gob.pe/camote/>
26. http://www.cipca.org.pe/cipca/informacion_y_desarrollo/agraria/fichas/camote.htm
27. <http://enciclopedia.us.es/index.php/Camote>
28. http://es.wikipedia.org/wiki/Ipomoea_batatas
29. <http://www.uc.cl/cultivos/tuberculos>

ANEXOS

ANEXO 1

Fotografías del proceso de la obtención del almidón de camote hasta la elaboración de la mortadela de pollo.



Camote Lavado



Cáscara del camote



Camote rallado



Bagazo del camote



Almidón de camote



Cutter



Embutidor



Masa de mortadela



Mortadela

ANEXO 2

Tabla C-9 Propiedades útiles del aire para transferencia de calor por convección.

$T, ^\circ K$	ρ kg/m^3	c_p $kJ/kg \cdot ^\circ C$	μ $kg/m \cdot s$ $\times 10^4$	ν m^2/s $\times 10^6$	k $W/m \cdot ^\circ C$	α m^2/s $\times 10^4$	Pr
100	3.6010	1.0266	0.6924	1.923	0.009246	0.02501	0.770
150	2.3675	1.0099	1.0283	4.343	0.013735	0.05745	0.753
200	1.7684	1.0061	1.3289	7.490	0.01809	0.10165	0.739
250	1.4128	1.0053	1.488	9.49	0.02227	0.13161	0.722
300	1.1774	1.0057	1.983	15.68	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	28.86	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.262	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.609	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.5	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702
2100	0.1682	1.372	6.72	399.6	0.131	5.715	0.700
2200	0.1602	1.419	6.93	432.6	0.139	6.120	0.707
2300	0.1538	1.482	7.14	464.0	0.149	6.540	0.710
2400	0.1458	1.574	7.35	504.0	0.161	7.020	0.718
2500	0.1394	1.688	7.57	543.5	0.175	7.441	0.730

ANEXO 3

Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado (Unidades SI).

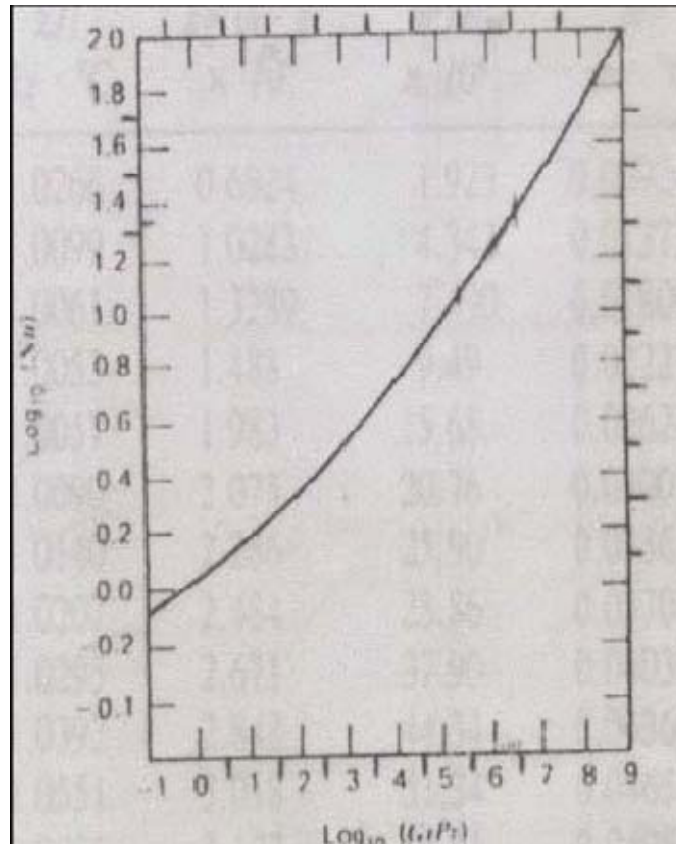
Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado: Tabla de temperatura (Unidades SI)

Temp. °C T	Pres. kPa P	Volumen Especifico m ³ /kg		Energia Interna kJ/kg			Entalpia kJ/kg			Entropia kJ/kg·K		
		Liquido sat. v _f	Vapor sat. v _g	Liquido sat. u _f	Evap. u _{fg}	Vapor sat. u _g	Liquido sat. h _f	Evap. h _{fg}	Vapor sat. h _g	Liquido sat. s _f	Evap. s _{fg}	Vapor sat. s _g
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	83.96	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	2565.5	.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001 008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.5	.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	8.1648
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	7.7533
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	47.39	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	0.143 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 55	0.001 060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	5.6020	7.1296
125	0.2321	0.001 065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.3	2713.3	1.5813	5.4962	7.0775
130	0.2701	0.001 070	0.6685	546.02	1995.9	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	2098.6	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	1.9923	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 34	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	2790.0	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	3.060	0.001 219	0.065 37	1009.89	1594.2	2604.1	1013.62	1790.3	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	2600.9	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	2.7903	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 57	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
330	12.845	0.001 561	0.012 996	1505.3	993.7	2498.9	1525.3	1140.6	2665.9	3.5507	1.8909	5.4417
340	14.586	0.001 638	0.010 797	1570.3	894.3	2463.6	1594.2	1027.9	2622.0	3.6594	1.6763	5.3357
350	16.513	0.001 740	0.008 813	1641.9	776.6	2418.4	1670.6	893.4	2563.9	3.7777	1.4335	5.2112
360	18.651	0.001 893	0.006 945	1725.2	626.3	2351.5	1760.5	720.5	2481.0	3.9147	1.1379	5.0526
370	21.03	0.002 213	0.004 925	1844.0	384.5	2228.5	1880.5	111.6	2332.1	4.1106	0.8665	4.7971
374.14	22.09	0.003 155	0.003 155	2029.6	0	2029.6	2029.3	0	2029.3	4.2208	0	4.4298

Las Tablas B-1 a B-10 adaptadas de Joseph H. Keenan, Frederick G. Keyes, Philip G. Hill, y Joan G. Moore *Steam Tables* (Nueva York; John Wiley and Sons, Inc. 1969). Reimpresión de Gordon J. Van Wyle

ANEXO 4

Cuadro de lectura de Nusselt





INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL

"LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ"

Laboratorio Santo Domingo

FICHA TECNICA DE ALIMENTO SOLIDO

ITEM	DESCRIPCION	IDENTIFICACION
1	FECHA DE ENTREGA DEL INFORME	11 de abril del 2011
2	PRODUCTO	Mortadela de pollo con adición de carne
3	MARCA COMERCIAL	Ensayo de Investigación
4	FABRICA - DIRECCION	Laboratorio de UTE - km 4 1/2 Vía Chone
5	EMPRESA PRODUCTORA	Investigación Tesis - Sr. Francis Arévalo
6	INGREDIENTES EN % EN ORDEN DECRECIENTE	Carne de pollo Adición de carne Especias
7	ADITIVOS ALIMENTARIOS. DOSIS AÑADIDA POR 100 g DE PRODUCTO. DETALLE EL NOMBRE DEL ADITIVO, SU FUNCION Y NUMERO	Conservante: nitrito de sodio
8	ESPECIFICACIONES FISICO QUIMICAS	Acidez: 0.17% pH: 6.2
9	LIMITE DE CONTAMINANTES METALICOS EN EL PRODUCTO	< 0.01 mg/l
10	LIMITE DE CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS	Ausencia de patógenos
11	LIMITE MAXIMO DE RESIDUOS PARA OTROS CONTAMINANTES	Ausencia
12	ADJUNTA RESULTADOS DE ANALISIS DE MUESTRAS A 08 DIAS DE ALMACENAMIENTO	Muestra 1 fecha de elaborac: 25-03-2011 Muestra 2 fecha de elaborac: 25-03-2011 Fecha de análisis Muestra 1: 25-03-2011 Fecha de análisis Muestra 2: 04-04-2011
13	BREVE DESCRIPCION DEL PROCESO TECNOLÓGICO	Molienda, mezclado, embudo, escaldado
14	TIPO DE ENVASE(S) QUE SE PROPONE UTILIZAR (DESCRIPCION)	Tripas sintéticas
15	ETIQUETA. ADJUNTA PROTOTIPO O DISEÑO DEBE CUMPLIR NC 108.2001. CODEX STAN 1-1985 (REV. 1991)	No procede
16	DESCIFRADO DE CLAVE UTILIZADA EN LOTE. EN LOS CASOS QUE PROCEDA	No procede
17	TIEMPO DE GARANTIA O DURABILIDAD	30 días en refrigeración
18	PESO NETO Y ESCURRIDO EN EL CASO QUE PROCEDA	300 g / unidad
19	IDENTIFICACION DEL EMBALAJE (MARCAJE)	Mortadela enriquecida con carne de pollo y adición de carne
20	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y/O CONSERVACION	Refrigeración
21	FORMA DE CONSUMO	Tibia
22	GRUPO POBLACIONAL AL QUE VA DIRIGIDO	De preferencia mayores de 5 años
23	ADJUNTA 2 MUESTRAS ENTRE 300 g a 1 kg	Se adjunta





INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL
"LEOPOLDO LEZAMA LA PERLA - SANTO TOMÁS"

INFORME TÉCNICO ANÁLISIS DE ALIMENTO

Oficio N° CC-ALM/62-03-04-11

Solicitante	Dr. Franklin Andino
Tipo de muestra	Morcuela de pollo con abundante carne
Identificación	CC-ALM-02/64
Número de muestras recibidas	(1) unidad de aprox. 300 g
Fecha de elaboración	15 de marzo del 2011
Fecha de recepción	15 de marzo del 2011
Fecha de análisis	15 de marzo del 2011
Método de conservación	refrigeración
Descripción del envase	trapezoidal

EXAMEN ORGANOLEPTICO

PARAMETRO	RESULTADO - 1 FECHA ANALISIS 25-03-2011	RESULTADO - 2 FECHA ANALISIS 08-04-2011	METODO
Olor	Característico	Característico	Sensorial
Sabor	Característico	Característico	Sensorial
Color	Pardo rosado	Pardo rosado	Sensorial

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARAMETRO	MOUESTRA 1 (05)	MOUESTRA 2 (04)	CRITERIO MÉTODOLÓGICO N° 1/2005 O.M.
Coliformes totales (NMP / ml)	< 1	< 1	$< 1 \times 10^7$
Investigación de estafilococos aureos (colonias / ml)	< 1	< 1	$< 1 \times 10^6$
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos (u.f.c. / ml)	10	7×10^5	10^8
Recuento de mohos y levaduras (u.p.c. / ml)	< 1,0	12,0	30

Las muestras analizadas no contienen bacterias patógenas y cumple con el criterio Microbiológico establecido en la norma N° 1/2005 O.M.

