



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Campus Arturo Ruiz Mora
Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis previa a la obtención del título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

“OBTENCION DE HARINA DE CAMOTE MEDIANTE EL METODO DE
CONVECCION PARA LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA
ENRIQUECIDA CON SOYA 2008”

Estudiante:

HOLGER FIDENCIO JARAMILLO SALINAS

Director de tesis

ING. MARIA ESTHER GUTIERREZ V.M.Sc.

Santo Domingo – Ecuador

Enero 2011

“OBTENCION DE HARINA DE CAMOTE MEDIANTE EL METODO DE
CONVECCION PARA LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA
ENRIQUECIDA CON SOYA 2008”

APROBADO

Ing. Maria Esther Gutiérrez
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Daniel Anzules
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Elsa Burbano
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Sonia Erazo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....del 2011

Nombre:	HOLGER FIDENCIO JARAMILLO SALINAS
Institución:	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA EQUINOCCIAL
Título de Tesis :	“OBTENCION DE HARINA DE CAMOTE MEDIANTE EL METODO DE CONVECCION PARA LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA ENRIQUECIDA CON SOYA 2008”
Fecha:	Noviembre del 2008 - Enero del 2011

Del contenido del presente trabajo
se responsabiliza el autor.

Holger Fidencio Jaramillo Salinas

Santo Domingo.....de.....del 2011

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
CAMPUS SANTO DOMINGO**

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo, de Enero del 2011

Ingeniero

Daniel Anzules

COORDINADOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Presente

Mediante el presente, informo a usted. Que el señor Jaramillo Salinas Holger Fidencio, ha cumplido con los requisitos pertinentes para la elaboración del proyecto de grado que lleva el título **“OBTENCION DE HARINA DE CAMOTE MEDIANTE EL METODO DE CONVECCION PARA LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA ENRIQUECIDA CON SOYA 2008”**, por lo tanto, la tesis esta lista para ser entregada y publicada.

Particular que le comunico para los fines consiguiente.

Atentamente,

Ing. María Esther Gutiérrez
DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres Telesfor Jaramillo y Enma Salinas, por brindarme el apoyo incondicional para alcanzar una de las metas de la vida, a mi hermano Edgar que siempre estuvo conmigo, a mi amigo Roque quién me guió para culminar este trabajo.

Holger Fidencio Jaramillo Salinas

AGRADECIMIENTO.

A Dios gracias, por tanta benevolencia que has tenido conmigo, por los obstáculos que he vencido y por la fuerza que me has dado para hacerlo.

A mis padres y a mi hermano por su apoyo incondicional durante todos estos largos años.

A la Ing. María Gutiérrez por brindarme sus sólidos conocimientos y guiarme hasta la culminación de la presente tesis.

Al Ing. Daniel Anzules, por apoyarnos en todo momento como docente y amigo, compartiendo sus conocimientos y consejos cuando los necesitamos.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, por permitirnos culminar una carrera profesional, y será nuestra responsabilidad llevar en alto su nombre y la escuela Agroindustrial a la cual pertenecemos.

INDICE

Informe del director de Tesis	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Resumen	xi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes	13
1.1.1 Antecedentes Históricos	13
1.1.2 Antecedentes Científicos	13
1.1.3 Antecedentes Prácticos	13
1.1.4 Importancia del Estudio	14
1.1.5 Situación Actual	14
1.2 Limitaciones del Estudio	14
1.3 Alcance del Trabajo	14
1.4 Objeto de Estudio	15
1.5 Objetivos	15
1.5.1 Objetivo General	15
1.5.2 Objetivos Específicos	15
1.6 Justificación (teórica, metodológica y práctica)	16
1.7 Hipótesis	16
1.7.1 Hipótesis Alternativa	16
1.7.2 Hipótesis Nula	17

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 El Camote	18
2.1.1 El cultivo y el costo de producción de camote	18
2.1.2 El mercado competitivo del camote	19

2.1.3	La Demanda del camote	20
2.2	La soya	22
2.2.1	Composición química de la semilla	22
2.2.2	Regionalización de la producción	23
2.2.3	Proceso agroindustrial	24
2.2.4	Comercialización Interna	24
2.3	La leche	25
2.3.1	Propiedades Nutricionales	26
2.3.2	Tratamientos Térmicos	26
2.4	El Azúcar	27
2.5	Chocolate en polvo	28
2.6	Estabilizantes	28
2.6.1	Carboximetilcelulosa CMC	29
2.7	Secado	30
2.7.1	Secadores Directos o por Convección	30
2.7.2	Secador de Cabinas, Túnel y Banda	30
2.7.2.1	Secadores Rotatorios	32

CAPÍTULO III

METODOLOGIA	34
3.1 Materiales, equipos y reactivos	34
3.1.1 Materiales	34
3.1.2 Equipos	34
3.1.3 Materia Prima	34
3.2 Aspectos Metodológicos del Estudio	35
3.2.1 Ubicación	35
3.3 Diseño de la Investigación	35
3.3.1 Investigación Descriptiva	35
3.3.2 Diseño Causal	35

3.4	Diagrama de flujo Cualitativo del Secado del Camote	36
3.4.1	Recepción	36
3.4.2	Lavado	37
3.4.3	Picado	37
3.4.4	Pesado	37
3.4.5	Secado	37
3.4.6	Pesado 2	39
3.4.7	Empaque	39
3.5	Diseño Estadístico para la prueba de la hipótesis 1	39
3.5.1	Descripción de los tratamientos	40
3.5.2	Resultados de los análisis realizados de la proteína	40
3.6	Bebida Láctea	45
3.7	Diagrama de flujo de la bebida láctea	45
3.7.1	Recepción	45
3.7.2	Mezcla	46
3.7.3	Pasteurización	46
3.7.4	Envasado	46
3.7.5	Almacenado	47
3.8	Diseño Estadístico para la prueba de la hipótesis 2	47
3.8.1	Descripción de los tratamientos	47
3.8.2	Resultados de los Análisis realizados de la bebida láctea para la prote	48
3.8.4	Resultados de los análisis realizados de la bebida láctea para la grasa	50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS	52
4.2 Ficha de Estabilidad	52
4.2.1 Resultados de las pruebas sensoriales aplicadas a la bebida láctea	53
4.2.2 Resultados individuales de cada variable a valorar	54
4.3 Balance de Costos	56
4.4 Balance de Materia y Energía	57

4.4.1	Balance de materia a nivel de laboratorio para la obtención de harina	57
4.4.2	Balance de materia para la elaboración de la bebida láctea	61
4.5	Balance de energía del secado	64

CAPITULO V

DISEÑO DEL SECADOR DE BANDEJAS	76
5.1 Dimensionamiento del secador	76
5.2 Balance de materia en el secador a nivel piloto	77
5.3 Balance de energía en el secador a nivel piloto	81
DISEÑO DEL PASTEURIZADOR	90
5.4 Dimensionamiento	90
5.4.1 Accesorios de la Marmita	95
5.5 Planos de los equipos	96

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6.1 Conclusiones	100
6.2 Recomendaciones	102
6.3 Bibliografía	103
ANEXOS	106

RESUMEN

El cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) es una fuente de alimentación humana, animal y de uso industrial, no explotada en nuestro país. Ocupa el séptimo lugar en producción - por peso- a nivel mundial, con 150 millones de toneladas al año.

El camote es una planta endémica, nativa de estas tierras. Ha sido cultivado ancestralmente por microproductores de los pueblos nativos. El follaje (*tallos, ramas y hojas*) de este cultivo sirve como alimento de ganado lechero por su alto contenido de proteína (16%) similar al de la alfalfa.

La elaboración de las harinas de camote y soya para obtener una bebida, se realizó con el fin de obtener un producto rico en vitaminas, que permitan al consumidor dotarle de energía y mejorar la asimilación de los mismos.

Al aplicar un uso adecuado al camote para elaborar una bebida fortificada se establece la tecnología para procesar a nivel industrial, fomentando recursos sociables a todos los sectores productivos principalmente al agrícola que es donde se cultiva empíricamente el camote y la soya, incentivando su comercialización mejorando su nivel de vida.

El proceso de elaboración de la bebida láctea de camote, llevó a cabo un sin número de estudios, dando como resultado un producto de excelente calidad y de gran aceptación. Se determinó que la temperatura de pasteurización sería de 65°C por 30 minutos, el porcentaje de la mezcla de la bebida más aceptada es la de 3% de camote y 6% de soya.

La interacción determinada como la mejor fue A2B2C1 que tiene 3% de camote, 6% de soya y pasteurizada a 65°C, y en la prueba de catación en la Universidad, se comprobó como la bebida de mayor aceptación.

Los costos de producción de la bebida fueron bajos comparados con los de la competencia por lo que la viabilidad de este proyecto es prometedor, siendo un producto que no existe actualmente en el mercado.

SUMMARY

The cultivation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) is a source of food, feed and industrial use, not exploited in our country. Ranks seventh in production-for-weight worldwide, with 150 million tons per year.

The sweet potato is an endemic plant, native to this land. It has been cultivated since ancient times by micro-native peoples. The foliage (stems, branches and leaves) of the crop used as feed for dairy cattle because of its high protein content (16%) similar to that of alfalfa.

The development of sweet potato and soybean meal for a drink, is made in order to obtain a product rich in vitamins, which allow consumers to provide it with energy and improve the uptake of them.

By applying an appropriate use in the sweet potato to make a drink fortified provides processing technology for the industry, encouraging sociable resources to all sectors mainly agricultural production is empirically where cultivated sweet potato and soybean, improving marketing incentives standard of living.

The process of preparing the sweet potato milk drink, conducted countless studies, resulting in a product of excellent quality and wide acceptance. We found that serious pasteurization temperature of 65 ° C for 30 minutes, the percentage of the drink mix is the most accepted sweetpotato 3% and 6% soy.

The interaction was determined as the best A2B2C1 which has 3% of sweet potatoes, soybeans and 6% of pasteurized at 65 ° C, and the tasting test at the university, was established as the drink of greater acceptance.

Production costs of drinking were low compared to the competition as the feasibility of this project is promising, with a product that currently exists in the market.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Antecedentes históricos

El Camote es originario de los trópicos de América Central, Sudamérica, ha sido domesticado y cultivado desde hace 8.000 años en el departamento de Ayacucho (Perú), habiéndose hallado representaciones de camote en numerosos ceramios precolombinos y restos de las raíces tuberosas en algunas tumbas, llegó a Europa en el siglo XVI y se ha difundido ampliamente en todo el mundo.

Según estadísticas de la FAO, al año 2005, China es el principal productor de camote, cultivando el 83% del total mundial; Islas Salomón tiene la mayor producción *per cápita* del mundo: 160 Kg. por persona por año.

1.1.2 Antecedentes Científicos

El nombre boniato proviene de una voz caribe mientras que camote proviene del náhuatl *camohtli*. La palabra batata tiene origen taíno.

El camote es un producto que se lo ha consumido en forma natural, sin ningún tipo de procesamiento, en Ecuador no existe mercado de harina de camote, por lo que la presente tesis tiene una proyección importante en la nutrición ecuatoriana.

1.1.3 Antecedentes Prácticos

Es una especie vegetal, de la cual se aprovecha todas sus partes. Es una planta alimenticia, tanto sus raíces reservantes como sus hojas, las que se utilizan en ensaladas, estimulan la secreción láctea en las mujeres, se utiliza también como medio de propagación (esquejes) y como forraje ganadero. Las raíces reservantes, se utilizan en seco como en fresco y como medio de propagación.

1.1.4 Importancia del estudio

Para la población ecuatoriana preocupada por una mejor nutrición, requiere de nutrientes de gran aporte a las dietas, por todas las propiedades que posee el camote y la soya como su contenido en carbohidratos y proteína.

1.1.5 Situación actual

El camote actualmente es utilizado y consumido empíricamente, ya sea en frituras o cocido, sin recibir un valor agregado que permita su producción y obtener una venta masiva, esto se debe a una deficiente información nutricional de este producto.

La Soja (también conocida como soya), nombre común de una leguminosa anual. Las semillas, casi esféricas, suelen ser de color amarillo claro, y también negro, castaño o verde en ciertas variedades raras. El hilo o cicatriz es negro, castaño o amarillo. Las semillas contienen alrededor de un 20% de aceite y un 40% de proteínas, utilizándose actualmente por los agricultores y en mínimas cantidades en procesos artesanales.

La comercialización de la soya se ha incrementado en los últimos años, debido a la asociación de pequeños agricultores y a la inmediata atención por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), otorgándole créditos y convenios de exportación con Venezuela.

El cultivo de soya se destina a la industrialización, para el abastecimiento de tortas y/o harinas de soya para consumo animal y para la extracción de aceite, además utilizadas por las fábricas de alimentos balanceados para aves.

1.2. Limitaciones del estudio.

El tiempo inmediato de deterioro de la materia prima es la principal limitación o problemática en el estudio, debido a la cantidad de azúcar contenida, además permite que desarrollen mohos o microorganismos rápidamente.

1.3 Alcance del trabajo.

La realización de este tema de estudio fue hasta lograr la obtención de la bebida láctea enriquecida con harina de camote y soya mediante el desarrollo de técnicas físicas y químicas las cuales permitirán, conservar el producto durante un mes, proyecto que beneficiará a los pobladores de la zona de Santo Domingo de donde se obtendrá la mano de obra, materia prima, e insumos, etc.

1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio del proyecto es la deshidratación del camote, para la obtención de harina y la aplicación en bebidas lácteas.

1.5 Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

Obtención de harina de camote mediante el método de convección para la elaboración de una bebida láctea enriquecida con soya, 2008.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la tecnología para la elaboración de la harina de camote.
- Determinar los porcentajes de mezcla de harina de camote y soya para obtener una bebida con alto valor proteínico.
- Determinar la temperatura y tiempo de pasteurización para obtener una bebida láctea de calidad.
- Determinar el tiempo de estabilidad de la bebida láctea
- Determinar los costos de elaboración de la bebida láctea
- Diseñar el secador y pasteurizador para la obtención de la bebida láctea de calidad.

1.6 Justificación (teórica, metodológica y práctica)

Para realizar la presente investigación se hizo uso de los métodos y técnicas utilizados en las diferentes prácticas realizadas en la escuela de agroindustrias.

La elaboración de las harinas de camote y soya para obtener una bebida, se realizó con el fin de obtener un producto rico en minerales, que permitirá al consumidor dotarle de energía y mejorar la asimilación de los mismos.

La metodología utilizada fue sustentada en bibliografías y técnicas específicas que permitió obtener un producto de calidad y prolongue la vida útil de la bebida fortificada, hasta el consumo humano.

Al aplicar un uso adecuado y saludable a la bebida fortificada se estableció la tecnología para elaborar a nivel industrial, para fomentar recursos sociables a todos los sectores productivos principalmente al agrícola que es donde se cultiva empíricamente el camote y la soya, incentivando su comercialización, mejorando su nivel de vida.

Para la elaboración de esta bebida se cuenta con manufactura.

Con la elaboración de esta bebida se ofrece al consumidor un producto de calidad con las características organolépticas propias para el cuerpo humano, destacándose por su costo y calidad en el mercado.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis alternativa.

- 1.- La temperatura de secado estarán influenciando en la obtención de la harina de camote.
- 2.- Los porcentajes de harina de camote, soya utilizada y los parámetros de pasteurización estarán influenciando en la obtención de la bebida láctea.

1.7.2 Hipótesis nula.

- 1.- El tiempo y la temperatura de secado no estarán influenciando en la obtención de la harina.
- 2.- Los porcentajes de harina de camote, soya utilizados y los parámetros de pasteurización no estarán influenciando en la obtención de la bebida láctea.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1 El Camote

El camote (*Ipomoea batatas*), pertenece a la familia Convolvulaceae, originaria del Perú como lo prueba el tubérculo fósil de camote de más de 10,000 años de antigüedad hallado en 1967 en unas cuevas de Huarochiri.

El tallo es rastrero. Las raíces son ricas en betacaroteno, substancia a partir de la cual se produce vitamina A, la raíz es una tuberosa oblonga y voluminosa que llega a medir hasta 30 cm de largo, cuyo color varía del amarillo claro, al rojo, violeta y morado.

Es una planta de climas cálidos y semicálidos, la temperatura óptima es de: 22-24°C. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. El suelo debe ser suelto, arenoso o franco, bien drenado con una profundidad de 40 a 45 cm. con objeto de obtener buenos tubérculos, no importa que sea arcilloso pero debe contener arena y limo, no debe ser muy seco ni muy húmedo y rico en materia orgánica, pero también se cultiva en suelos marginales.

En cuanto al contenido vitamínico cabe destacar el aporte de pro-vitamina A, muy superior al de la patata, en especial en las variedades cuyo color de la carne es de un amarillo o anaranjado intenso. Por este motivo son más nutritivas las batatas amarillas que las blancas. Otras vitaminas que se encuentran en mayor proporción en la batata con respecto a la patata son la vitamina E, la C y el ácido fólico.

Además este tubérculo es fuente de potasio y contiene mayor cantidad de sodio que la patata.

2.1.1 El cultivo y el costo de producción del camote

A nivel nacional la superficie de cultivo en un periodo (2003 – 2006) paso de 867 Ha a 1071 Ha, es decir creció en un 23,52% para un periodo de 4 años. En las regiones costaneras del País la superficie cosechada de camote a través de los años se ha venido

incrementando, pero con perturbaciones debido a fenómenos climáticos, de 218 Ha cosechadas en 2003 creció a 452 Ha para el año de 2006. Con respecto a índices de los últimos años no se tiene detalle alguno, pero se presume que deben ser menores debido a variables como los fenómenos climáticos, desestimación de la vialidad del producto, falta de mercado, erosión genética de cultivos. No es materia del presente estudio pero creemos que debe existir mayor impulso con programas efectivos de cultivo y postcosecha como lo realizaron con fréjol palito, maíz, etc. Para de esta manera se incentive su producción, procesamiento y comercialización.¹

El INIAP (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) en la década de los 90 desarrollo un trabajo de investigación llamado “Programa de Raíces y Tubérculos tropicales de Estación Experimental Portoviejo”, donde realizaron pruebas, análisis e interpretación de datos agro-socio-económico de la zona central Manabita tomando como base sistemas de producción de camote. También procesos como; introducción, recolección, mantenimiento, identificación, caracterización y evaluación del material termoplástico. Sirvieron para el desarrollo de tecnologías apropiadas para el manejo de pre y post cosecha, producción de semilla de buena calidad, difusión del cultivo a través de la capacitación.

Considerando los antecedentes de aumento de hectáreas de cultivo, y a las cualidades nutricionales de esta raíz tuberosa, el país continúa con su cultivo a pesar de los problemas indicados anteriormente, sin embargo es necesario además de ser proactivo para desarrollar este cultivo hay que hacer esfuerzo entre el sector público y privado que empleen el camote como materia prima y promover su activa participación por medio de alianzas estratégicas.

2.1.2 El mercado competitivo del camote

En la actualidad la producción de camote representa para un agricultor inversiones realizadas del orden de \$0,12 por kilo de camote (bajo costo de producción), a esto le agrega la mano de obra que representa \$15 a jornaleros. Este antecedente señala la gran

¹ Alvarado Sofia, Atienza Verónica, López Magaly, Creación del Broker MKV para la exportación de camote y otros productos no tradicionales a España, ESPOL, Facultad de Economía y Negocios. Pág. 21

oportunidad e incursionar en la competencia de mercados extranjeros como; España, Estados Unidos, etc.

Como el camote tiene un valor nutricional valioso y rico en sabor, existen muchos compradores y vendedores internos como externos por lo que cada uno ejerce una influencia insignificativa en el precio del mercado, o sea cada vendedor tiene su precio respectivo al vender el camote, como también pueden ofrecer otros productos similares ya que en el mercado existe mucha competencia.

A nivel mundial el camote se encuentra en diferentes mercados como Reino Unido, Bélgica y Holanda, y llega gracias a la empresa privada (ATOS S.A. y American Exporters); sin embargo solo el 15% de las raíces tuberosas es de calidad de INIA 100 es decir que posee calidad exportable.²

El mercado interno y externo requiere de manera sostenida raíces tuberosas de calidad, la producción de estos a su vez permitirá mejorar los precios y por consiguiente el incremento de los beneficios de los productores de camote.

2.1.3 La demanda del camote

La demanda como alimento humano sobrepasa a la demanda como alimento forrajero en el caso de la yuca y la papa, pero no del camote. Bajo el escenario de base, la producción correrá paralela a la demanda, pero la fuente de crecimiento de la producción se trasladará más allá, del área de expansión al crecimiento del rendimiento.

La adaptabilidad de las raíces y tubérculos a las necesidades que van surgiendo de los sistemas locales de alimentación harán a estos cultivos aún más importantes a medida que se incremente la población y urbanización y persista la pobreza a pesar del crecimiento de ingresos. Para evaluar los roles que cumplirán las raíces y tubérculos en el sistema global de alimentos en el futuro. Si el camote sigue mejorando y sigue obteniendo cada vez mejor potencial económico, en consecuencia tendrá más

² Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (Perú)

consumidores que adquieran ese tubérculo. Además para adquirir camote tiene que estar a un precio moderado en la cual todos puedan consumir, como también exportarlos a diferentes lugares del mundo y sea muy competitivo y no reemplazable por otro tubérculo.

Siempre existen problemas en la cual afecta la demanda del camote como por ejemplo el ataque del nematodo de nódulo de la raíz, de insectos aradores y del gorgojo de la raíz. Estos problemas ocasionan la pérdida de la productividad de las variedades y como consecuencia, la reducción de los rendimientos hasta en 60%, con pérdida de la calidad comercial del producto, también la falta de cultivares con resistencia genética a los factores bióticos, y con calidad para procesamiento y exportación, limitan significativamente la producción y rentabilidad de esta especie.

Los precios como de la papa y la yuca tiene un costo más caro que el camote, por lo tanto el camote es un bien sustituto y se puede reemplazar ya sea por la papa o yuca, además contiene alta concentración de azúcares, caroteno y provitamina A.

Cuadro N°1

Comparaciones nutricionales de tubérculos

Composición por 100 gramos de porción comestible	Papa Blanca	Yuca blanca	Camote
Energía Kcal	97	162	65
Agua g	74,5	58,9	74
Proteína g	2,1	0,8	1,2
Grasa g	0,1	0,2	0,2
Carbohidrato g	22,3	39,3	21,5
Fibra g	0,6	1,1	1,2
Ceniza g	1	0,8	0,7
Calcio mg	9	25	22
Fósforo mg	47	52	55
Hierro mg	0,5	0,5	1
Retinol mcg	3	1	202
Tiamina mg	0,09	0,04	0,1
Riboflavina mg	0,09	0,04	0,06
Niacina mg	1,67	0,76	52
Acido Ascórbico Reducido mg	14	30,7	25

Fuente: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/batatas-boniatos-camote-moniato-papa-dulce.htm>

Fuente: Collazos, C. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos.

Fuente: <http://www.macalamolina.com/salud.htm>

2.2 La soya

Foto 1

Vainas de soya



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Soybean.USDA.jpg>

La soja o soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas (Fabaceae) cultivada por sus semillas, de medio contenido en aceite y alto de proteína. El grano de soja y sus subproductos (aceite y harina de soja, principalmente) se utilizan en la alimentación humana y del ganado. Se comercializa en todo el mundo, debido a sus múltiples usos.

El cultivo de soja es un factor muy valioso si se efectúa en el marco de un cultivo por rotación estacional, ya que fija el nitrógeno en los suelos, agotados tras haberse practicado otros cultivos intensivos. En cambio, el monocultivo de soja acarrea desequilibrios ecológicos y económicos si se mantiene prolongadamente y en grandes extensiones.³

2.2.1 Composición química de la semilla

Juntos, aceite y contenido de proteínas cuentan por el 60% aproximadamente del peso seco de la soja por peso; proteína 40% y aceite 20%. El remanente consiste de 35% de

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Diciembre de 2003). «El INTA ante la preocupación por la sustentabilidad de largo plazo de la producción agropecuaria argentina» (en español). Consultado el 23 de abril de 2009. Técnicos de la EEA del INTA: Ingenieros Agrónomos Eduardo Martellotto y Pedro Salas, Geólogo Edgar Lovera (mayo de 2001). «Impacto del monocultivo de soja» (en español). Consultado el 23 de abril de 2009.

carbohidratos cerca del 5% ceniza. Los cultivares comprenden aproximadamente 8% cáscara de semilla, 90% cotiledones y 2% ejes de hipocotilo o germen.

La soja es un alimento muy rico en proteína. Algunos derivados de ésta se consumen en sustitución de los productos cárnicos y es que su proteína es de muy buena calidad, casi comparable a la de la carne. Los adultos necesitan ingerir con la dieta 8 aminoácidos de los 20 necesarios para fabricar proteínas. Las proteínas más completas, es decir, con todos los aminoácidos necesarios, se suelen encontrar en los alimentos de origen animal. Sin embargo, la soja aporta los 8 aminoácidos esenciales en la edad adulta, aunque el aporte de metionina es algo escaso, pero se puede solucionar fácilmente añadiendo cereales, huevos o lácteos en la alimentación diaria.

La mayoría de la proteína de soja es un depósito de proteína relativamente estable al calor. Esta estabilidad al calor permite a los productos alimenticios de soja requerir altas temperaturas de cocción, tales como tofu, jugo de soja y proteína vegetales texturizadas para ser hechas.

Los principales carbohidratos solubles, sacáridos, de soja madura son: el disacárido sacarosa (2,50–8,20%), el trisacárido rafinosa (0,10–1%) compuesta de una molécula de sucrosa conectada a una molécula de galactosa, y el tetrasacárido estaquiosa (1,40 to 4,10%) compuesto de una sucrosa conectada a dos moléculas de galactosa. Mientras que el oligosacárido rafinosa y estaquiosa protegen la viabilidad de la semilla de soja de la desecación no son digeribles y por lo tanto contribuyen a la flatulencia molestias abdominales en humanos y otros animales monogástricos. Los oligosacáridos no digeridos son degradados en el intestino por microbios nativos produciendo gases tales como dióxido de carbono, hidrógeno, metano, etc.

2.2.2 Regionalización de la producción

El cultivo de la soja se desarrolla casi en su totalidad en la provincia de Los Ríos (98%) principalmente en las zonas de Quevedo, Mocache y Babahoyo y el 2% se cultiva en la Provincia del Guayas.

El 95% de la producción nacional proviene de las siembras de verano, para lo cual se aprovecha la humedad remanente en el suelo luego de producir maíz o arroz en el

invierno. Los tipos de suelo en que se siembra soya son desde franco arenosos a arcillosos.

2.2.3 Proceso agroindustrial

El aceite y torta de soya que se produce en el país se procesa en seis empresas extractoras de aceite, de las cuales tres están localizadas en Manabí, dos en la Provincia del Guayas y una en Pichincha. El 20% es adquirido en grano por las empresas fabricantes de alimentos balanceados, que luego del proceso de tostado o extrusión es incorporada a la fórmula alimenticia.

La torta de soya representa alrededor del 72% del grano luego del proceso industrial y el aceite aproximadamente el 18%. Debido a la limitada producción de grano y al sistema de proceso, las empresas extractoras prefieren importar aceite crudo de soya para refinarlo en el país, con lo cual logran tener precios más competitivos de aceite y mayor rentabilidad.

2.2.4 Comercialización Interna

En la comercialización de la producción de grano de soya intervienen las principales empresas extractoras de aceite: Ales, La Fabril, DANEC, EPACEM, Jabonería Nacional, así como las empresas avícolas y los comerciantes o intermediarios que a su vez abastecen a estas empresas o venden el grano a Colombia. La empresa La Favorita que antes procesaba el 40% de la soya nacional ha desmontado el equipo de extracción de soya y no participa en la compra de grano nacional. Para la producción de aceite, las empresas importan alrededor de 5 000 TM/mes de aceite desgomado de soya durante la mayor parte del año.

El sector avícola y de alimentos balanceados consume directamente el 20% de la producción anual en grano para tostarlo o extrusarlo y compra toda la producción de la torta de soya producida por las compañías extractoras en los meses de producción nacional (octubre a diciembre). La industria aceitera adquiere la soya en los meses de la

cosecha de verano (septiembre a diciembre), pero el proceso es lento debido a que la capacidad de las plantas no permite procesar más de 10 000 TM de soya al mes para producir aceite y torta. En los tres meses de cosecha, los aceiteros pueden procesar únicamente el equivalente a 30 000 TM de la producción, lo que significa apenas el 30% mensual de la producción estimada para el año 2000.

2.3 La leche

La leche es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos (incluidos los monotremas).⁴

Esta capacidad es una de las características que definen a los mamíferos. La principal función de la leche es la de nutrir a los hijos hasta que son capaces de digerir otros alimentos. Además cumple las funciones de proteger el tracto gastrointestinal de las crías contra patógenos, toxinas e inflamación y contribuye a la salud metabólica regulando los procesos de obtención de energía, en especial el metabolismo de la glucosa y la insulina.⁵ Es el único fluido que ingieren las crías de los mamíferos (del niño de pecho en el caso de los seres humanos) hasta el destete. La leche de los mamíferos domésticos forma parte de la alimentación humana corriente en la inmensa mayoría de las civilizaciones: de vaca, principalmente, pero también de oveja, cabra, yegua, camella, etc.

La leche es la base de numerosos productos lácteos, como la mantequilla, el queso, el yogur, entre otros.⁵ Es muy frecuente el empleo de los derivados de la leche en las industrias agroalimentarias, químicas y farmacéuticas en productos como la leche condensada, leche en polvo, caseína o lactosa.⁶ La leche de vaca se utiliza también en la alimentación animal. Está compuesta principalmente por agua, iones (sal, minerales y calcio), hidratos de carbono (lactosa), materia grasa y proteínas.

⁴ Alais, C. (1971). *Ciencia de la Leche*. México, D.F., Compañía Editorial Continental.

⁵ California Dairy Research Foundation. «*The Milk Genome: Using Science to Mine the Benefits of Our Most Nutritious Food*

⁶ www.vanguardia.com.mx.

2.3.1 Propiedades nutricionales

Su diversificada composición, en la que entran grasas (donde los triglicéridos son la fracción mayoritaria con el 98% del total lipídico y cuyos ácidos grasos que los forman son mayormente saturados), proteínas, (caseína, albúmina y proteínas del suero) y glúcidos (lactosa, azúcar específica de la leche), la convierten en un alimento completo. Además, la leche entera de vaca es una importante fuente de vitaminas (vitaminas A, B, D3, E). La vitamina D es la que fija el fosfato de calcio a dientes y huesos, por lo que es especialmente recomendable para niños.⁷ El calostro es un líquido de color amarillento, rico en proteínas y anticuerpos, indispensables para la inmunización del recién nacido. A pesar de ello, no tiene aplicación industrial.

2.3.2 Tratamientos Térmicos

- **Pasteurización (*Slow High Temperature, SHT*):** con este procedimiento la leche se calienta a temperaturas determinadas para la eliminación de microorganismos patógenos específicos: principalmente la conocida como *Streptococcus thermophilus*. Inhibe algunas otras bacterias.
- **Ultrapasteurización (*Ultra High Temperature, UHT*):** en este procedimiento se emplea mayor temperatura que en la pasteurización. Elimina todas las bacterias menos las lácticas. No requiere refrigeración posterior.
- **Esterilización:** la alta temperatura empleada de 140 °C por 45 s elimina cualquier microorganismo presente en la leche. No se refrigera posteriormente; esta leche recibe el nombre también de higienizada. Este proceso no aplica a leches saborizadas o reformuladas pues sufren caramelización.

La esterilización puede ocurrir en unas autoclaves en línea denominadas *Barriquands*. Las leches blancas tratadas de este modo se embalan en tetrabrik o cajas de cartón especial higienizadas y recubiertas internamente con un film satinado.

⁷ Rolls, B.A. 1982. *Effect of processing on nutritive value of food: Milk and milk products*, en *Handbook of Nutritive Value of Processed Food, Vol. 1*. Ed. M. Rechcigl, p. 383-399. CRC Press, Boca Raton, Fl.

Después de un tratamiento térmico la refrigeración puede ser prescindible debido a que no es necesario bajar la temperatura en todos los casos, solamente cuando la leche aún posee microorganismos.

2.4 El Azúcar

El azúcar es un alimento sano y natural, utilizado por diferentes civilizaciones a lo largo de la historia. El azúcar se extrae de la remolacha o de la caña de azúcar. Se trata de sacarosa, un disacárido constituido por la unión de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa. La sacarosa está presente en estas plantas, al igual que en otros cultivos vegetales. Lo único que se ha hecho es separarla del resto de los componentes de la planta, sin producir en ella modificación alguna en su estructura molecular, ni en sus propiedades fisiológicas.⁸

El azúcar es soluble en agua, incoloro e inodoro, y normalmente cristaliza en agujas largas y delgadas. Pertenece al grupo de los hidratos de carbono, que son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y constituyen la mayor fuente de energía, la más económica y de más fácil asimilación.

Foto 2

Azúcar procesada



Fuente: <http://2.bp.blogspot.com/exfoliacion-con-azucar.jpg>

⁸ Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

2.5 Chocolate en polvo

El chocolate en polvo tiene por objeto su disolución en leche. Se elabora con una proporción de cacao que oscila entre un 25 y un 32%, y se presenta más o menos desgrasado.

Existe también en polvo el llamado cacao puro, que ya no es propiamente chocolate pues no lleva azúcar en su composición. Su contenido en grasa suele ser bajo, entre un 8 y 22%.

El cacao en polvo también es utilizado para la elaboración de otros productos como la Ovomaltina. La Ovomaltina es una bebida suiza elaborada con cebada de malta, leche espumosa, cacao, huevos y levadura.

El producto original era un polvo espeso, que mezclado con leche tibia o refresco, daba como resultado una bebida de sabor ligeramente a chocolate. Mucho más tarde se comenzó a producir subproductos de la Ovomaltina, como son las barritas de chocolate, las bebidas de cereales, las barritas energéticas, helados...

2.6 Estabilizantes

Para obtener un producto de buena calidad es fundamental utilizar las mejores materias primas, también es importante conseguir el mejor equilibrio posible entre todos sus componentes.

Por ello, para permitir que las características químicas, físicas o fisicoquímicas de la bebida láctea se conserven en el tiempo y sin tener modificaciones de la estructura.

Cabe destacar que el uso de estos productos, está autorizado por comités científicos internacionales y reconocidos como seguros desde el punto de vista alimentario, y están regulados por leyes que establecen sus características y uso.

Estos productos han sido clasificados a nivel internacional por el Codex Alimentarius (FAO/OMS), para ello se creó el INS (Sistema Internacional de Numeración, SIN, en nuestro idioma).

Estas normas del Codex Alimentarius nos indican todas las características de los aditivos, como su toxicidad, identidad, pureza, dosis máxima, etc.

Según su origen, se distinguen:

Las gomas de origen vegetal, esencialmente de naturaleza glucídica;

Las gomas de origen animal de naturaleza proteica (caseínatos y gelatina).

Cuadro N°2

Tipos de Estabilizantes

Origen	Tipo
Extractos de algas	Alginatos Carragenina Agar-Agar Furcellaranas
Extractos de semillas	Goma Guar Garrofin
Exudados de plantas	Goma Arábica Goma Tragacanto Goma karaya
Extractos de subproductos vegetales	Pectinas
Exudados de microorganismos	Goma Cantan
Derivados de la celulosa	Metil Celulosa Carboximetilcelulosa
Animal	Gelatina

Fuente: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes/estabilizantes-conceptos.htm>

2.6.1 Carboximetilcelulosa CMC

Gránulos o polvo soluble en agua; incoloro e inodoro. Es un polímero semisintético, soluble en agua en el cual los grupos CH_2COOH sustituyen a las unidades de glucosa de la cadena celulosa a través de un enlace de éter. Los intervalos de peso molecular son

desde 21000 a 500000, pasado de C.M.C. de baja densidad a alta. El producto es la sal sódica del ácido carboxílico.

Obtención

Por reacción de celulosa alcalina y cloro acetato de sodio.

Precauciones

No tóxico, su manejo se debe realizar con las medidas mínimas de seguridad.

2.7 Secado

El secado es el proceso por el cual se refuerza la estabilidad, transportabilidad y textura de un alimento mediante la eliminación del agua del mismo, para el caso del camote el secado es fundamental para poder extraer los almidones y así mezclarla con los demás insumos y de esta manera poder hacer la bebida láctea. Existen varios tipos de secadores por convección entre los que tenemos.

2.7.1 Secadores Directos o por Convección

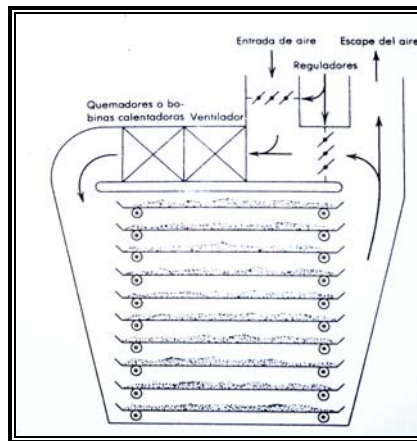
La transferencia de calor se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calentados. El líquido evaporado es arrastrado con los gases de desecación, los secadores por convección más importantes que existen son:

2.7.2 Secador de Cabinas, túnel y banda.

Estos secadores se incluyen en un solo grupo pues se asemejan en que todos usan un flujo de aire caliente el cual deshidrata al producto el cual no se mueve o lo hace a una velocidad muy baja o menor que la del aire.

En el secador de platos el producto se coloca en bandejas o platos y se alimenta aire previamente calentado por combustible, vapor o por resistencias eléctricas.

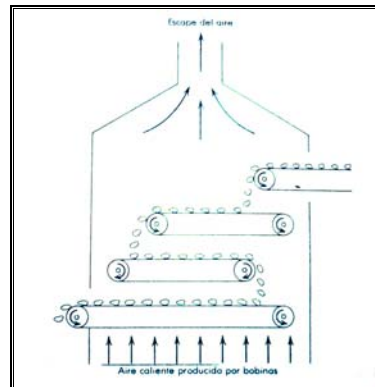
Gráfico 1
Secador de Platos



Fuente: [Batty, Clair (1990) Fundamentos de la ingeniería de alimentos

En los secadores de bandas el producto se mueve continuamente a través de bandas perforadas para permitir el flujo de aire caliente en forma de flujo cruzado, paralelo o en contracorriente.

Gráfico 2
Secador de Banda

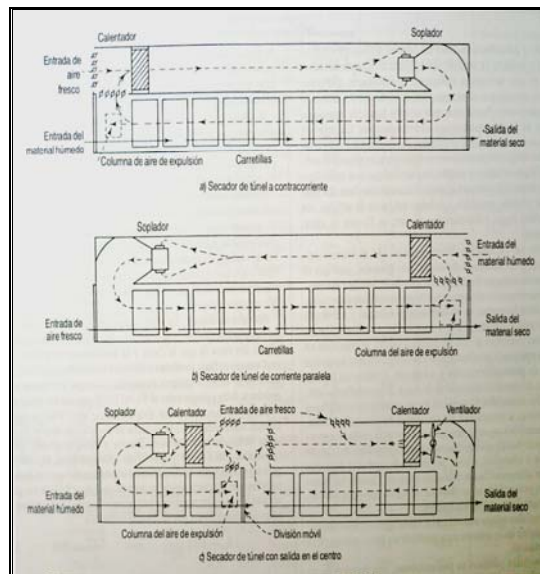


Fuente: [Batty, Clair (1990) Fundamentos de la ingeniería de alimentos

La corriente de aire en los secadores de túnel pueden ser en flujo paralelo (en la misma dirección), en flujo contracorriente (en dirección contraria) o en flujo cruzado (en dirección en ángulo recto) respecto a la dirección a las carretillas.

Gráfico 3

Tres tipos de secadores de Túnel



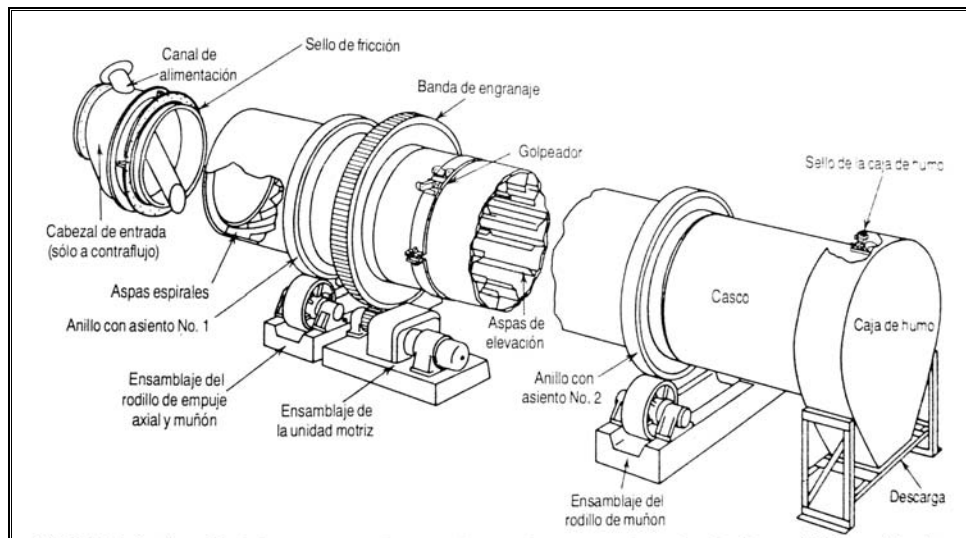
Fuente: (Artsdal, Van . (1942) Food Ind.

2.7.2.1 Secadores rotatorios.

El secador rotatorio consta de un cilindro que gira sobre cojinetes apropiados y además tiene una leve inclinación. La longitud del cilindro es de 10 o más veces su diámetro, que oscila entre 0.3 a 3 metros. Los sólidos que ingresan por un extremo del cilindro se desplazan a través de él debido a la rotación, el peso de la carga y por acción de la gravedad puesto que consta de una pendiente, y se descargan por el otro lado como producto terminado. El aire que circula dentro del cilindro puede reducir la velocidad del flujo del producto dependiendo si el flujo es continuo o en contracorriente.⁹

⁹ Llor; Roque/”Dieta Alimenticia Seca a Base de Maralfalfa para Mejorar la Producción de Ganado Bovino de carne en la Etapa de Engorde en la Hacienda “Río Muchacho”2006”

Gráfico 4
Secador Rotatorio



Fuente: Perry (1980) Ingeniería Química

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Se tiene dos unidades de análisis; una en el laboratorio de química de la UTE en la cual se realizó la deshidratación del camote para analizar los parámetros de secado y la otra el campo, que es la bebida láctea enriquecida con harina de camote y soya, que indica la aceptación del producto de acuerdo a la mejor mezcla de las tres aplicadas en el proyecto.

3.1. Materiales, equipos y reactivos

Los análisis bromatológicos se realizan en los laboratorios de la UTE para contar con datos respaldados por la institución. Las diferentes muestras secas se obtuvieron en el laboratorio de química donde constan el siguiente equipo y materiales.

3.1.1. Materiales

- ✓ Bandejas
- ✓ Termómetro

3.1.2. Equipos

- ✓ Estufa
- ✓ Balanza analítica

3.1.3. Materia prima

- ✓ Camote
- ✓ Soya
- ✓ Azúcar
- ✓ Leche

- ✓ Estabilizante
- ✓ Chocolate en polvo

3.2 Aspectos metodológicos del estudio.

3.2.1 Ubicación

El estudio a nivel de laboratorio se realizó en la provincia de los Tsachilas, en el Cantón Santo Domingo en el laboratorio de Química de la Universidad Tecnológica Equinoccial ubicada en el Km. 4 ½ de la Vía Chone.

El estudio de campo se realizó en la Universidad Tecnológica Equinoccial

3.3 Diseño de la investigación

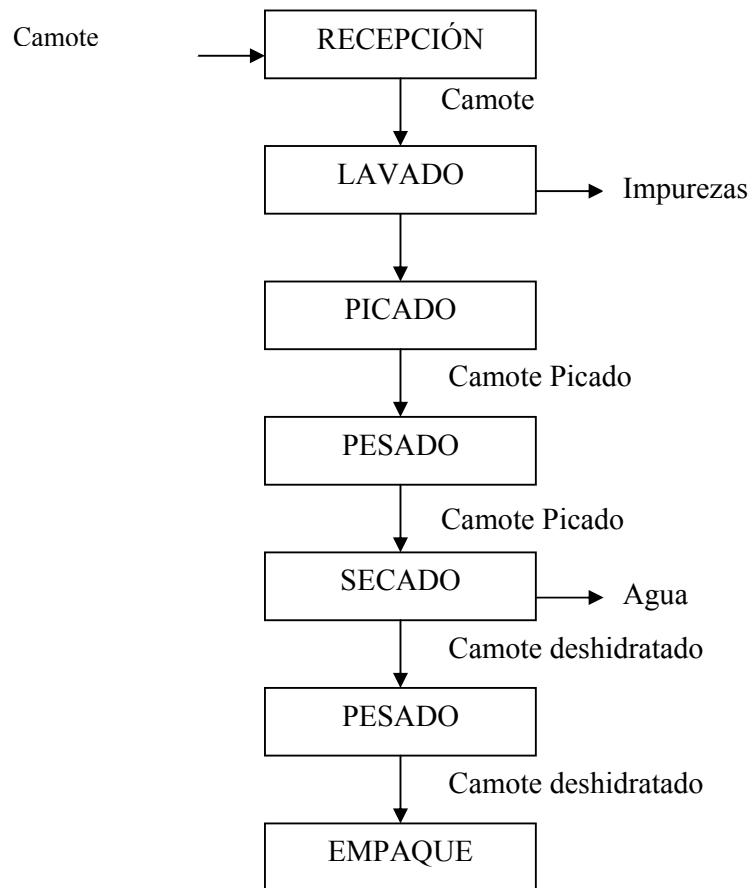
3.3.1 Investigación descriptiva

Se empleó este método en la determinación de la curva de secado del camote. En el estudio de las mezclas de la bebida láctea para medir la aceptación de la población.

3.3.2 Investigación causal

Se estudió las influencias tanto nutricionales como económicas que tiene el camote dentro de las mezclas de la bebida láctea.

3.4. Diagrama de flujo Cualitativo del Secado del Camote



3.4.1. Recepción

Se recibe materia prima fresca de las parcelas donde están sembradas, debe eliminarse la tierra adherida, separando por un lado el camote comercial y el de "rechazo" (partidas, picadas, las podridas o con lesiones de enfermedades y las muy afectadas por grietas). A continuación se debe empacar en sacos de 55 a 60 Kg y coserles con sogas la boca a los mismos.

A la materia prima se le realizó un análisis bromatológico y los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 3
Composición del Camote en Húmedo

Elemento de estudio	%
Humedad	70.00
Grasa	0.09
Ceniza	0.87
Proteína	0.21
Fibra	1.40
E.L.N.N	27.43

Fuente: LAB. Químico UTE/2008/Jaramillo, Holger

3.4.2. Lavado

Se elimina residuos que perjudican el proceso del producto.

3.4.3. Picado

Se realiza el picado del camote para reducir el tamaño y aplicar el secado con eficiencia, obteniendo mayor área de contacto con el aire caliente.

3.4.4. Pesado

Para llevar un control de la humedad es necesario realizar un pesado antes y después del proceso de secado.

3.4.5. Secado

Se lo realiza en la estufa, que se asemeja en gran relevancia al secador de bandejas diseñado para el proyecto.

El secado se aplica para eliminar la mayor cantidad de agua y así garantizar la conservación del camote. A nivel de laboratorio, se usó una estufa con ventilación para acelerar el proceso de secado. Luego del secado se obtuvo la siguiente composición:

Cuadro N°4
Composición química del camote seco

Composición	Temperaturas de secado		
	60°C	70°C	80°C
Humedad	12,00 %	12,00 %	12,00 %
Proteína	1,22 %	1,15 %	0,61 %
Grasa	1,76 %	0,94 %	0,27 %
Fibra	3,42 %	3,52 %	4,10 %
Hidratos de Carbono (EENN)	78,96 %	79,84 %	80,46 %
Ceniza	2,64 %	2,55 %	2,56 %

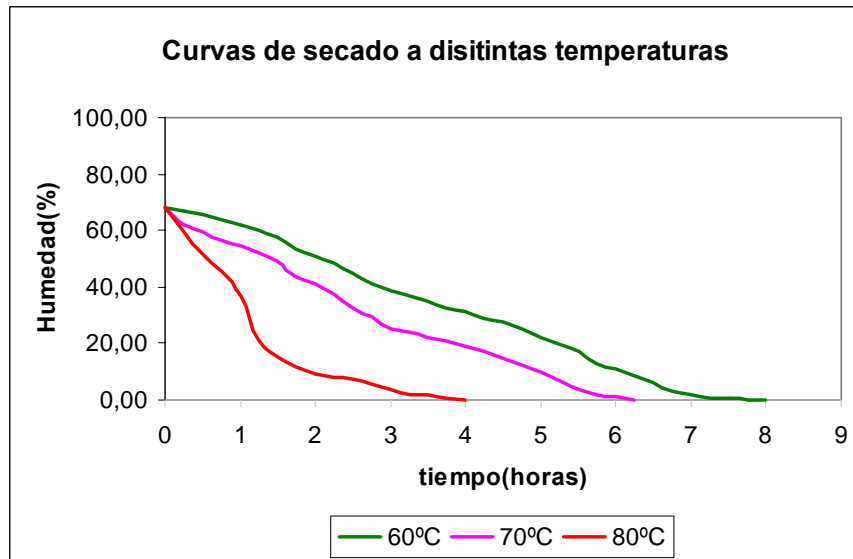
Fuente: LAB. Químico UTE /2009/ Jaramillo, Holger.

Cuadro N°5
Datos experimentales de la pérdida de humedad en relación al tiempo

Tiempo (h)	Perdida de Humedad A 60 °C	Perdida de Humedad A 70 °C	Perdida de Humedad A 80 °C
0	68,34	68,36	68,03
0,5	65,67	59,22	51,73
1	61,95	54,37	36,91
1,5	57,81	48,79	15,50
2	51,13	41,38	9,38
2,5	44,99	32,43	7,10
3	38,82	25,41	3,77
3,5	35,04	22,09	1,64
4	31,35	19,22	0,00
4,5	27,40	14,93	
5	22,18	9,53	
5,5	17,04	3,86	
6	10,88	1,50	
6,25	8,88	0,00	
6,5	6,24		
6,75	3,09		
7	2,08		
7,5	0,84		
8	0,00		

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

Gráfico N° 5

Perdida de humedad en relación al tiempo

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

3.4.6. Pesado 2

Con la finalidad de obtener el rendimiento para determinar los costos de secado, se pesa la harina de camote.

3.4.7. Empaque

Se empaca el producto en fundas plásticas de grado alimenticio y se pueden almacenar hasta por un periodo de tres meses dependiendo del entorno ambiental. La harina debe tener una humedad no mayor al 15% para garantizar su conservación.

3.5 Diseño Estadístico para la prueba de la hipótesis 1

A nivel de laboratorio se aplicará un diseño completamente al azar (DCA) donde se analizará los distintos componentes nutricionales básicos del camote a tres temperaturas de secado, con cuatro repeticiones por cada tratamiento.

3.5.1 Descripción de los tratamientos.

Cuadro N° 6
Factores y niveles de estudio

FACTOR	NIVELES	INDICADORES
Temperatura	60°C 70°C 80°C	PROTEÍNA GRASA FIBRA CENIZAS E.E.N.N.

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

3.5.2 Resultados de los análisis realizados de la proteína

Cuadro N° 7
Datos experimentales para la Proteína

Tratamientos	Repeticiones				Σ trat.	Xtrat.
	I	II	III	IV		
60°C	1,38	1,36	1,42	1,39	5,55	1,39
70°C	1,33	1,27	1,31	1,32	5,23	1,31
80°C	0,65	0,69	0,72	0,69	2,75	0,69
					13,53	0,85

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

Tabla N° 1
Análisis de Varianza para los datos experimentales del contenido de
Proteína en el secado del camote

F de V	Gl.	SC	CM	F. cal.	F. critica
Tratamientos	2	1,17260417	0,5863	822,0789	3,49 - 5,95
Error exp.	9	0,00641875	0,0007		
Total	11	1,17902292			

F. calculada = ** Altamente significativa

F.01 (3,12) = 3,49

F.05 (3,12) = 5,95

$$CV = \frac{\sqrt{0,0007}}{0,85} \times 100 = 3,16\%$$

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

Análisis de las respuestas experimentales

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y se pudo determinar que la temperatura si esta influyendo en la calidad de la proteína del camote en el proceso de secado.

Con la finalidad de comprobar la veracidad del diseño aplicamos la prueba de Tukey la que indicó que si hubo significancia entre los tratamientos, recomendando la temperatura de 60°C, si lo que se desea es preservar la proteína.

El Coeficiente de Varianza fue del 3,16% que es excelente para pruebas en laboratorio.

Concluimos que la hipótesis alternativa es aceptada para el caso de la proteína.

Cuadro N° 8
Datos experimentales para los EENN

Tratamientos	Repeticiones				Σ trat.	Xtrat.
	I	II	III	IV		
60°C	90,11	89,49	89,54	89,68	358,82	89,71
70°C	90,73	90,8	90,75	90,64	362,92	90,73
80°C	91,72	91,27	91,4	91,4	365,79	91,45
					Σ total.	1087,53
						67,97

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

Tabla N° 2
Análisis de Varianza para los datos experimentales del contenido de
EENN en el secado del camote

F de V	Gl.	SC	CM	F. cal.	F. critica
Tratamientos	2	6,13565	3,0678	76,3193	3,49 - 5,95
Error exp.	9	0,3618	0,0402		
Total	11	6,497425			

F. calculada = ** Altamente significativa

F.01 (3,12) = 3,49

F.05 (3,12) = 5,95

$$CV = \frac{\sqrt{0,0402}}{67,97} \times 100 = 0,29\%$$

Análisis de las respuestas experimentales

La temperatura si esta influyendo en los carbohidratos del camote en el secado.

Con la finalidad de comprobar la veracidad del diseño aplicamos la prueba de Tukey la que indicó que si hubo significancia entre los tratamientos, recomendando la temperatura de 60°C, si lo que se desea es preservar la composición de carbohidratos.

El Coeficiente de Varianza fue del 0,29% que es excelente para pruebas en laboratorio.

Concluimos que la hipótesis alternativa es aceptada para el caso de los carbohidratos.

Cuadro N° 9
Datos experimentales para la Grasa

Tratamientos	Repeticiones				Σ trat.	Xtrat.	
	I	II	III	IV			
60°C	1,9	2,04	2,03	2,01	7,98	1,995	
70°C	1,11	0,99	1,06	1,09	4,245	1,06	
80°C	0,28	0,3	0,33	0,33	1,24	0,31	
					Σ total.	13,465	0,84

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

Tabla N° 3
Análisis de Varianza para los datos experimentales del contenido de
Grasa en el secado del camote

F de V	Gl.	SC	CM	F. cal.	F. critica
Tratamientos	3	5,70065417	1,9002	1008,1289	3,49 - 5,95
Error exp.	12	0,02261875	0,0019		
Total	15	5,72327292			

F. calculada = ** Altamente significativa

F.01 (3,12) = 3,49

F.05 (3,12) = 5,95

$$CV = \frac{\sqrt{0,0019}}{0,84} \times 100 = 5,16\%$$

Análisis de las respuestas experimentales

La temperatura si esta influyendo en la grasa del camote en el secado.

Con la finalidad de comprobar la veracidad del diseño aplicamos la prueba de Tukey la que indicó que si hubo significancia entre los tratamientos, recomendando la temperatura de 60°C si lo que se desea es preservar la composición de las grasas.

El Coeficiente de Varianza fue del 5,16% que es excelente para pruebas en laboratorio.

Concluimos que la hipótesis alternativa es aceptada para el caso de las grasas.

Cuadro N° 10
Datos experimentales para la Fibra

Tratamientos	Repeticiones				Σ trat.	Xtrat.
	I	II	III	IV		
60°C	3,71	4,04	3,88	3,92	15,55	3,89
70°C	3,98	4,00	4,00	4,03	16,01	4,00
80°C	4,59	4,70	4,65	4,69	18,63	4,66
				Σ total.	50,175	3,14

Fuente: Jaramillo, Holger/ UTE/2009

Tabla N° 3
Análisis de Varianza para los datos experimentales del contenido de
Fibra en el secado del camote

F de V	Gl.	SC	CM	F. cal.	F. crítica
Tratamientos	3	1,3802	0,4601	86,1867	3,49 - 5,95
Error exp.	12	0,06405625	0,0053		
Total	15	1,44425625			

F. calculada = NS No significativa

F.01 (3,12) = 3,49

F.05 (3,12) = 5,95

$$CV = \frac{\sqrt{0,0053}}{3,14} \times 100 = 2,33\%$$

Análisis de las respuestas experimentales

La temperatura si esta influyendo en la fibra del camote en el secado.

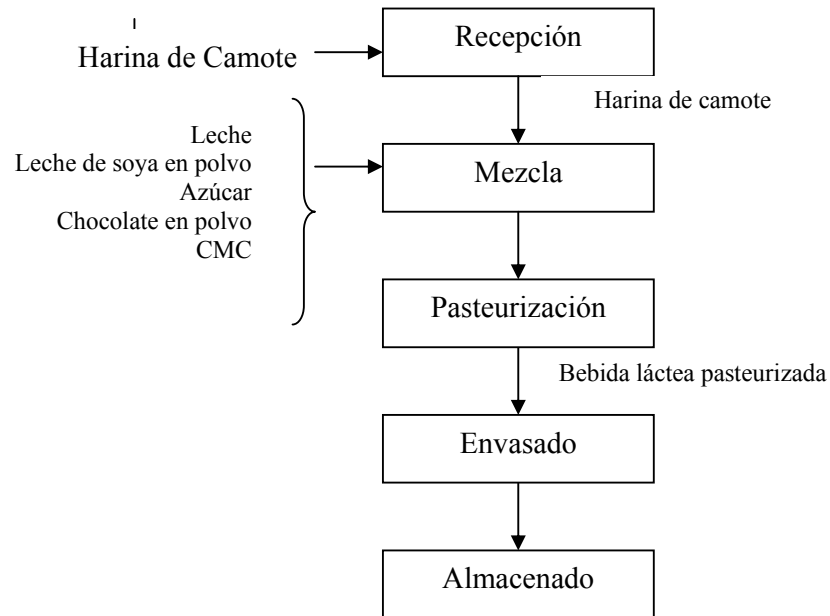
Con la finalidad de comprobar la veracidad del diseño aplicamos la prueba de Tukey la que indicó que si hubo significancia entre los tratamientos, recomendando la temperatura de 80°C si lo que se desea es preservar la composición de las fibras.

El Coeficiente de Varianza fue del 2,33% que es excelente para pruebas en laboratorio.

Concluimos que la hipótesis alternativa es aceptada para el caso de la fibra.

3.6 Bebida Láctea

3.7 Diagrama de flujo de la bebida láctea



3.7.1 Recepción:

La materia prima principal es el camote, Por lo tanto a esta materia prima se realiza el diagrama, y se recibe la harina de camote debidamente deshidratada.

Cuadro N°11
Composición de la harina de camote

Producto	Humedad	Proteína	EENN	Grasa	Fibra	Geniza
Camote	10,00	1,25	80,75	1,80	3,50	2,70

Fuente: LAB. Químico UTE /2009/ Jaramillo, Holger.

3.7.2 Mezcla:

Se realiza previamente una formulación, la cual se obtuvo después de elaborar las pruebas de catación, se mezcla todas las materias primas y aditivos, cada uno de los cuales aporta la cantidad ideal de nutrientes sin restar el buen sabor del producto. Las materias primas utilizadas en diferentes proporciones son las siguientes:

Cuadro N°12

Formulación de las bebidas a encuestar

INGREDIENTES	F1(%)	F2(%)	F3(%)
Leche	86	83	83
Harina de camote	3	3	6
Harina de soya	3	6	3
Azúcar	3	3	3
Leche en polvo	3	3	3
Chocolate en polvo	2	2	2
TOTAL	100	100	100

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

3.7.3 Pasteurización:

Con la finalidad de inhibir el crecimiento de microorganismos y garantizar la inocuidad del producto se somete la bebida a las temperaturas de 60°C, 70°C y 85°C. a diferentes tiempos expresadas en el siguiente cuadro.

Cuadro N°13

Variables de pasteurización

Temperatura	Tiempo
60°C	30 min
70°C	15 min
85°C	5 min

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

3.7.4 Envasado.

Se realiza el envasado en caliente en los envases de vidrio previamente esterilizados para evitar cualquier forma de contaminación.

Una vez obtenido el producto se tiene aproximadamente la siguiente composición.

Tabla N°4
Formulación de la bebida láctea

Cant. Kg	INGREDIENTES	Proteína		ENERGIA M.		GRASA		FIBRA		Carbohidratos	
		%	Kg	Kcal	total	%	Kg	%	Kg	%	Kg
83	Leche	3,3	2,739	610	506	3,3	2,74	0	0	6,5	5,395
3	Harina de camote	1,22	0,0366	3290	98,7	0,27	0,01	3,42	0,1	80,4	2,413
6	Leche de soya	35,9	2,154	2500	150	18,6	1,12	5	0,3	15,8	0,948
3	Azúcar	2	0,06	995	29,9	0	0	0	0	99,5	2,985
3	leche en polvo	27	0,81	0	0	27	0,81	0	0	0	0
2	chocolate en polvo	6,66	0,1332	3333	66,7	3,33	0,07	0	0	66,7	1,333
100	TOTALES		5,93		852		4,74		0,4		13,07

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

3.7.5 Almacenado.

El producto final debe almacenarse en refrigeración, con un tiempo de conservación de 15 días, según indicó la ficha de estabilidad.

3.8 Diseño Estadístico para la prueba de la hipótesis 2

Para definir la veracidad de la segunda hipótesis se aplicará un diseño de arreglo factorial $A \times B \times C$ ($3 \times 3 \times 3$) donde se analizará las distintas interacciones entre las formulaciones de la bebidas y las temperaturas de pasteurización.

3.8.1 Descripción de los tratamientos.

Cuadro N° 14
Factores y niveles de estudio

FACTOR	NIVELES	INDICADORES
%Camote	1.5%	PROTEÍNA GRASA
	3%	
	5%	
%Soya	3%	
	6%	
	9%	
Temperatura	60°C	
	70°C	
	80°C	

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

3.8.2 Resultados de los análisis realizados de la bebida láctea para la proteína.

Cuadro N°15
Datos Obtenidos de la proteína

Tratamientos	Repeticiones		Total
	R1	R2	
A1 B1 C1	4,99	5	9,99
A1 B1 C2	4,98	4,99	9,97
A1 B1 C3	4,99	4,98	9,97
A1 B2 C1	5,96	5,97	11,93
A1 B2 C2	5,95	5,95	11,9
A1 B2 C3	5,96	5,96	11,92
A1 B3 C1	6,94	6,94	13,88
A1 B3 C2	6,93	6,95	13,88
A1 B3 C3	6,94	6,93	13,87
A2 B1 C1	4,95	4,95	9,9
A2 B1 C2	4,95	4,96	9,91
A2 B1 C3	4,94	4,95	9,89
A2 B2 C1	5,93	5,92	11,85
A2 B2 C2	5,92	5,93	11,85
A2 B2 C3	5,93	5,94	11,87
A2 B3 C1	6,91	6,92	13,83
A2 B3 C2	6,92	6,92	13,84
A2 B3 C3	6,92	6,93	13,85
A3 B1 C1	4,92	4,92	9,84
A3 B1 C2	4,93	4,92	9,85
A3 B1 C3	4,92	4,91	9,83
A3 B2 C1	5,9	5,9	11,8
A3 B2 C2	5,9	5,89	11,79
A3 B2 C3	6	5,9	11,9
A3 B3 C1	6,87	6,86	13,73
A3 B3 C2	6,85	6,87	13,72
A3 B3 C3	6,87	6,87	13,74

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

Tabla N°5
Análisis de Varianza para los datos experimentales del contenido de
proteína en la bebida lactea

F d V	G de L	SC	CM	R de V	F calculada
Repeticiones	1	0,000	0,000	NS 0,163	4.13 - 7,44
Factor A	2	0,03	0,017	*** 94,418	3.28 - 5.29
Factor B	2	34,40	17,199	*** 94771,051	3.28 - 5.30
Factor C	2	0,0005	0,000	NS 1,357	3.28 - 5.30
Int. AxB	4	0,003	0,001	*** 4,403	2.65 - 3.93
Int. AxC	4	0,001	0,0003	NS 1,449	2.65 - 3.93
Int. BxC	4	0,002	0,0004	NS 2,398	2.65 - 3.93
Error	34	0,006	0,0002		
Total	53	34,445			

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

Análisis de las respuestas experimentales

Los datos de la **ADEVA** son muy claros existe significancia en el factor A y B más no en el C, por lo que se puede concluir que la temperatura de pasteurización no está influenciando en los cambios nutricionales de la bebida.

La prueba de Tukey confirmó lo expresado en la ADEVA con mayores especificaciones, tomando en cuenta que la bebida debe ser palatable se consideraran 3 muestras para realizar la catación (A1B2C2), (A2B1C2), (A2B2C2).

Por lo tanto la hipótesis alternativa es aceptada, ya que los porcentajes de camote y soya si alteran con alta significancia los componentes nutricionales de la bebida más no la temperatura de pasteurización, ya que aplicamos las normativas estandarizadas para la leche, por lo que bajo estas normativas no afectara nutricionalmente a la bebida.

3.8.4 Resultados de los análisis realizados de la bebida láctea para la grasa.

Cuadro N°16
Análisis de la grasa en la bebida láctea

Tratamientos	Repeticiones		Total
	R1	R2	
A1 B1 C1	4,33	4,32	8,65
A1 B1 C2	4,3	4,31	8,61
A1 B1 C3	4,32	4,32	8,64
A1 B2 C1	4,79	4,77	9,56
A1 B2 C2	4,77	4,77	9,54
A1 B2 C3	4,79	4,78	9,57
A1 B3 C1	5,24	5,23	10,47
A1 B3 C2	5,25	5,24	10,49
A1 B3 C3	5,22	5,22	10,44
A2 B1 C1	4,28	4,28	8,56
A2 B1 C2	4,3	4,3	8,6
A2 B1 C3	4,27	4,26	8,53
A2 B2 C1	4,74	4,75	9,49
A2 B2 C2	4,75	4,75	9,5
A2 B2 C3	4,74	4,75	9,49
A2 B3 C1	5,2	5,21	10,41
A2 B3 C2	5,22	5,22	10,44
A2 B3 C3	5,19	5,2	10,39
A3 B1 C1	4,22	4,22	8,44
A3 B1 C2	4,2	4,21	8,41
A3 B1 C3	4,22	4,21	8,43
A3 B2 C1	4,68	4,67	9,35
A3 B2 C2	4,67	4,68	9,35
A3 B2 C3	4,67	4,66	9,33
A3 B3 C1	5,14	5,14	10,28
A3 B3 C2	5,15	5,14	10,29
A3 B3 C3	5,14	5,13	10,27
Total	127,79	127,74	255,53

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

Tabla N°6
Análisis de Varianza para los datos experimentales del contenido de
grasa en la bebida lactea

F d V	G de L	SC	CM	R de V	F calculada
Repeticiones	1	0,000	0,000	NS 1,568	4.13 - 7,44
Factor A	2	0,10	0,048	** 1635,262	3.28 - 5.29
Factor B	2	7,66	3,832	** 129801,650	3.28 - 5.30
Factor C	2	0,0006	0,000	NS 10,790	3.28 - 5.30
Int. AxB	4	0,000	0,000	** 2,886	2.65 - 3.93
Int. AxC	4	0,001	0,0003	NS 9,096	2.65 - 3.93
Int. BxC	4	0,001	0,0002	NS 6,649	2.65 - 3.93
Error	34	0,001	0,0000		
Total	53	7,764			

Fuente: Jaramillo, Holger/UTE/2009

Análisis de las respuestas experimentales

Al igual que en el análisis de la proteína, los datos de la **ADEVA** son muy claros existe significancia en el factor A y B más no en el C, por lo tanto la temperatura de pasteurización no está influenciando en los cambios nutricionales de la bebida.

La prueba de Tukey confirmó lo expresado en la ADEVA con mayores especificaciones, tomando en cuenta que la bebida debe ser palatable se consideraran 3 muestras para realizar la catación (A1B2C2), (A2B1C2), (A2B2C2).

Concluimos que la hipótesis alternativa es aceptada, ya que los porcentajes de camote y soya, si alteran con alta significancia los componentes nutricionales de la bebida más no la temperatura de pasteurización, ya que aplicamos las normativas estandarizadas para la leche, por lo que bajo estas normativas no afectará nutricionalmente a la bebida.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.2. Ficha de estabilidad

Se realizó esta ficha de estabilidad con el fin de conocer si sucederán cambios en el producto después de algún tiempo, en este caso se estudió dentro de 15 días, que es el tiempo que se estima para que la bebida este en refrigeración en el mercado.

Cuadro N° 17

Resultados de la ficha de estabilidad

Examen Organoléptico		
PARAMETRO	PRIMER DIA	EN 15 DIAS
Consistencia	Producto homogéneo	Producto homogéneo
Olor y Sabor	Característico	Característico
Color	Blanco	Blanco

Análisis Microbiológico

PARAMETRO	DIA 1	DIA 15	METODO
Coliformes totales (u.f.c./ml)	<1	12	petrifilm
Coliformes fecales (NMP./ml)	<1	<1	petrifilm
Investigacion de estafilococcus aureus (colonias/ml)	<1	<1	petrifilm
Recuento estandar en placa aerobios mesofilos (u.f.c./ml)	22	600	Estandar methods
Recuento de mohos y levaduras(u.f.c./ml)	10	78	Estandar methods

Fuente: Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez – Santo Domingo de los Tsáchilas”, 2010

Como se puede apreciar los resultados de los análisis no existen cambios significativos a los 15 días de obtención del producto y se encuentra dentro de los límites de calidad. Cabe recalcar que la bebida no tiene ningún preservante extra además del método de pasteurización.

4.2.1 Resultados de las pruebas sensoriales aplicadas a la bebida Láctea en la UTE.

Cuadro N°18
Resultados de la Encuesta

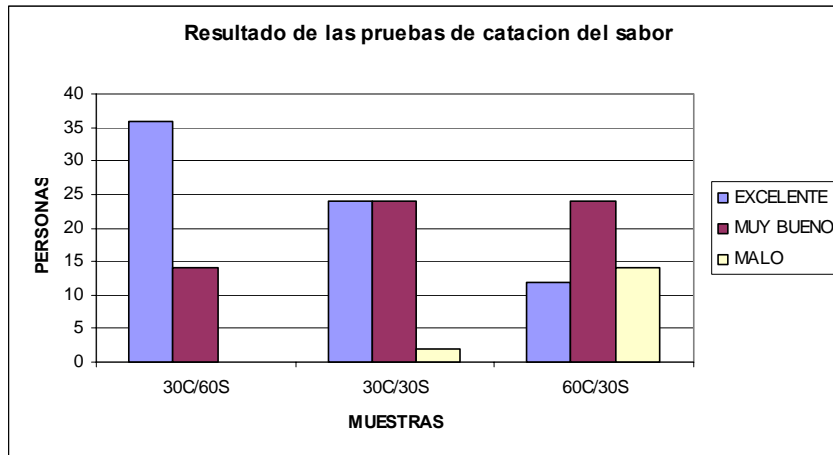
Sabor				
Mezcla	EXCELENTE	MUY BUENO	MALO	TOTAL
F1 (3C/6S)	36	14	0	50
F2 (3C/3S)	24	24	2	50
F3 (6C/3S)	12	24	14	50
Color				
Mezcla	EXCELENTE	MUY BUENO	MALO	TOTAL
F1 (3C/6S)	28	22	0	50
F2 (3C/3S)	24	26	0	50
F3 (6C/3S)	20	28	2	50
Olor				
Mezcla	EXCELENTE	MUY BUENO	MALO	TOTAL
F1 (3C/6S)	26	24	0	50
F2 (3C/3S)	14	34	2	50
F3 (6C/3S)	20	26	4	50
Textura				
Mezcla	EXCELENTE	MUY BUENO	MALO	TOTAL
F1 (3C/6S)	30	20	0	50
F2 (3C/3S)	16	34	0	50
F3 (6C/3S)	18	30	2	50

Fuente: Jaranillo, Holger/ UTE 2008

En el cuadro de los resultados se puede apreciar la tendencia por la mezcla 30C/60S, la que obtuvo el mejor puntaje general, a lo que se le realiza un análisis más específico representado en los siguientes gráficos.

4.2.2 Resultados individuales de cada variable a valorar.

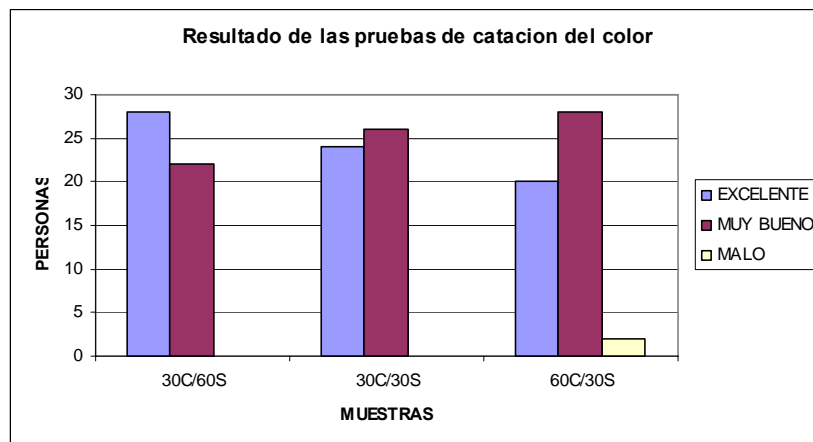
Gráfico N° 6



Fuente: Jaranillo, Holger/ UTE 2008

En la variante del sabor el gráfico expresa la sustanciosa aceptación de la muestra F1.

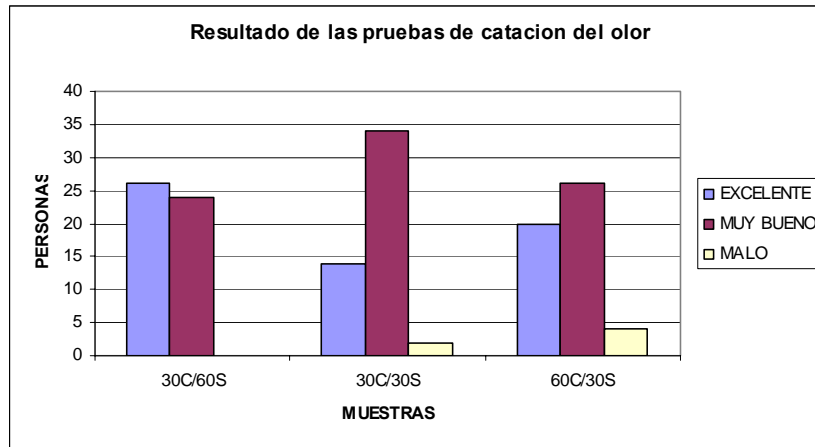
Gráfico N° 7



Fuente: Jaranillo, Holger/ UTE 2008

En la variante del color el gráfico expresa una aceptación de la muestra F1(3%C/6%S), donde se demuestra que con una leve diferencia, más personas (28) aceptaron que esta muestra era buena, respecto a las otras.

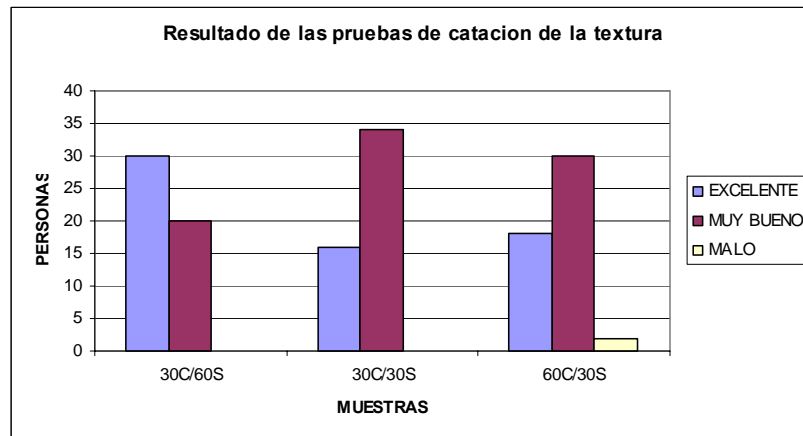
Gráfico N° 8



Fuente: Jaranillo, Holger/ UTE 2008

La muestra F1 y F2 son las más aceptadas, pero con una diferencia pequeña, la primera (26) supera a la segunda (20).

Gráfico N° 9



Fuente: Jaranillo, Holger/ UTE 2008

En el último gráfico se observa que la diferencia de la superioridad de la muestra F1 (30 personas), respecto a las otras, siendo esta la que más aceptación tuvo en todas la variables, resumiendo que esta muestra es la que se la considerara como la ganadora.

4.3. Balance de Costos

El balance de costos que se detalla a continuación, se efectúa con el tratamiento # 14 A2 B2 C2 por ser el mejor tratamiento que arrojó el diseño experimental así como el análisis organoléptico. Realizado en envases de 250 ml.

Cuadro N° 18
Balance de Costos

INGREDIENTES	CANT. Kg	\$/Kg	Total
Leche	8,3	0,35	2,91
Harina de camote	0,3	2,15	0,65
Harina de soya	0,6	5	3
Azúcar	0,3	0,7	0,21
leche en polvo	0,3	8	2,4
chocolate en polvo	0,2	4,22	0,844
TOTALES	10		10,00

Costo de Formulación		10,00	\$
Costo de producción 10%		1,00	\$
Envases	0.12*40	6,00	\$
30% de Utilidad		3,35	\$
Precio venta		20,35	\$
Numero de envases		40	Unidades
Precio del envase de 250ml.		0,50	\$

El costo es 0.43 y el precio es \$0,50 por envase es competitivo, ya que la otra bebida con la que se compararía es la de avena polaca que cuesta \$0,30 por cada vaso de 200ml, y la de avena Nestlé que cuesta \$0,49 por cada envase Tetra Pack de 200ml, \$0,55 la avena Toni también en envase de tetra pack de 250ml.

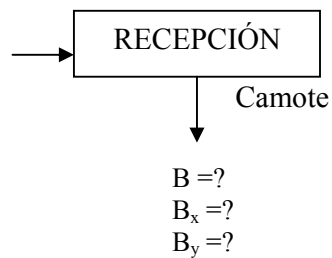
4.4 Balances de materia y energía

4.4.1 Balance de Materia a nivel de Laboratorio para la obtención de Harina de camote.

Base de Cálculo en laboratorio 1 Kg/h

Balance de la recepción

$A = 1 \text{ Kg. De Camote}$
 $A_x = 70.00 \% \text{ Agua}$
 $A_y = 30.00 \% \text{ Sólidos}$



Balance general

$$A = B$$

$$B = 1 \text{ Kg/h de la camote}$$

Balance parcial

- Humedad

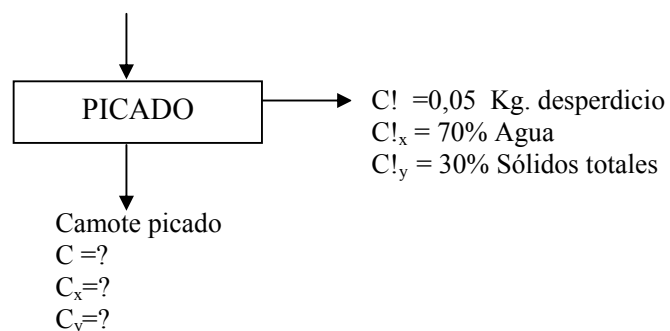
$$A = B$$

$$1 \text{ Kg. } (0.70) = B (0.70)$$

$$B = 1 \text{ Kg/h}$$

Balance del picado

$B = 1 \text{ Kg. de Camote}$
 $B_x = 70\% \text{ Agua}$
 $B_y = 30\% \text{ Sólidos totales}$



Balance general del picado de la Camote

$$B = C + C!$$

$$C = B - C!$$

$$C = 1 \text{ Kg/h} - 0.05 \text{ Kg/h}$$

$$C = 0,95 \text{ Kg. de Camote picado}$$

Balance parcial

Humedad

$$B = C + C!$$

$$1 \text{ Kg.} (0.70) = C (0.70) + 0.05 (0.70)$$

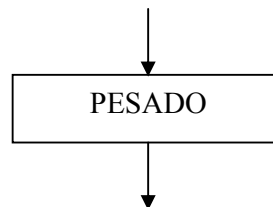
$$C = 0,95 \text{ Kg}$$

Balance del pesado

$$C = 0,95 \text{ Kg. de Camote}$$

$$C_x = 70\% \text{ Agua}$$

$$C_y = 30\% \text{ Sólidos totales}$$



$$D = ?$$

$$D_x = 70\% \text{ Agua}$$

$$D_y = 30\% \text{ Sólidos totales}$$

Balance general

$$C = D$$

$$C = 0,95 \text{ Kg. De Camote}$$

Balance parcial

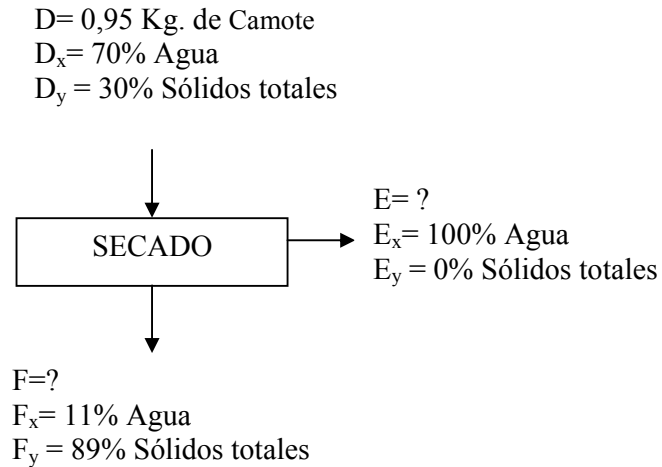
- Humedad

$$C = D$$

$$0,95 \text{ Kg.} (0.70) = D (0.70)$$

D = 0,95Kg de Camote

Balance del secado



Balance General

$$D = E + F$$

$$F = D - E$$

$$F = 0,95 - E$$

Balance parcial

Humedad

$$F(0.11) = 0,95\text{Kg}(0.70) - E \quad (1)$$

$$E = -F(0.11) + 0.665$$

Sólidos totales

$$F(0.89) = 0,95\text{Kg}(0.30) - E \quad (1)$$

$$F = 0.285/0.89$$

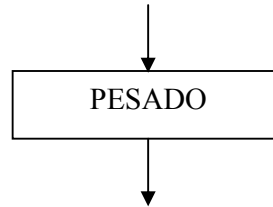
F = 0.32 Kg Camote Seco

$$E = 0,95 \text{ Kg} - 0.32\text{Kg}$$

E = 0.63 Kg. De Agua

Balance del pesado 2

$F = 0.32 \text{ Kg. de Camote}$
 $F_x = 11\% \text{ Agua}$
 $F_y = 89\% \text{ Sólidos totales}$



$G = ?$
 $G_x = 11\% \text{ Agua}$
 $G_y = 89\% \text{ Sólidos totales}$

Balance general

$$F = G$$

Balance parcial

- Humedad

$$F = G$$

$$0.335 \text{ Kg.} (0.11) = G (0.11)$$

$$G = 0.32 \text{ Kg Camote Seco}$$

3.8.2.1 Rendimiento del proceso

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Masa seca}}{\text{Masa húmeda}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{0.32 \text{ Kg.}}{1 \text{ Kg.}} \times 100$$

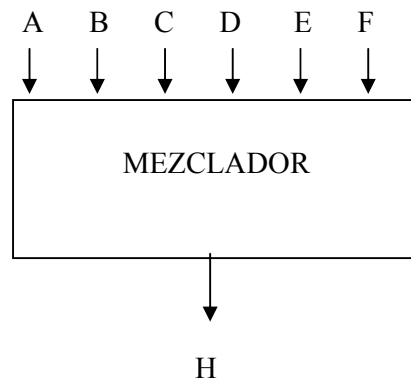
$$\text{Rendimiento} = 32 \%$$

4.4.2 Balance de materia para la elaboración de la bebida láctea.

Una vez determinada la mejor formulación de la bebida láctea que fue la **A2B2C1** se procede a realizar los balances de materia.

Base de Cálculo: 100 Kg./h

A = Leche	= 83 Kg.
B = Harina de camote	= 3 Kg.
C = Leche de soya	= 6 Kg.
D = Azúcar	= 3 Kg.
E = Chocolate en polvo	= 2 Kg.
F = Leche en polvo	= 3 Kg.
H = Bebida láctea	= X



Balance General

$$A + B + C + D + E + F + G = H$$

$$83 + 3 + 6 + 3 + 3 + 2 = H$$

$$H = 100 \text{ Kg./h de bebida láctea}$$

Balance parcial de Humedad

$$A(X_a) + B(X_b) + C(X_c) + D(X_d) + E(X_e) + F(X_f) = H(X_h)$$

$$83(0.90) + 3(0.1) + 6(0.12) + 3(0.05) + 2(0,07) + 3(0,07) = 100(X)$$

$$X = \frac{74.7 + 0.3 + 0.72 + 0.15 + 0.14 + 0.21}{100}$$

$$X = 76.22\% \text{ Agua}$$

Balance parcial de Sólidos

$$A(X_a) + B(X_b) + C(X_c) + D(X_d) + E(X_e) + F(X_f) = H(X_h)$$

$$83(0.10) + 3(0.90) + 6(0.88) + 3(0.95) + 2(0,93) + 3(0,93) = 100(X)$$

$$X = \frac{8.3 + 2,7 + 5.28 + 2.85 + 1.86 + 2.79}{100}$$

$$X = 23.78\% \text{ Sólidos Totales}$$

$$X = 23.78\% \text{ Sólidos} = (4.74\% \text{ Grasa} + 5.93\% \text{ Proteína} + 13.07\% \text{ de Carbohidratos} + 0.4\% \text{ de fibra})$$

***Grasa**

$$A(G_a) + B(G_b) + C(G_c) + D(G_d) + E(G_e) + F(G_f) = H(G_h)$$

$$83(0.033) + 3(0.0027) + 6(0.186) + 3(0) + 2(0,033) + 3(0,27) = 100(X)$$

$$X = \frac{2.74 + 0.008 + 1.12 + 0.066 + 0.81}{100}$$

$$X = 4.74\% \text{ Grasa}$$

***Proteína**

$$A(P_a) + B(P_b) + C(P_c) + D(P_d) + E(P_e) + F(P_f) = H(P_h)$$

$$83(0.033) + 3(0.0122) + 6(0.359) + 3(0.02) + 2(0,066) + 3(0,27) = 100(X)$$

$$X = \frac{10.36 + 0.037 + 2.154 + 0.06 + 0.33 + 0.81}{100}$$

$$X = 5.93\% \text{ Proteína}$$

***Carbohidratos**

$$A(Ca_a) + B(Ca_b) + C(Ca_c) + D(Ca_d) + E(Ca_e) + F(Ca_f) = H(Ca_h)$$

$$83(0.065) + 3(0.8044) + 6(0.151) + 3(0.995) + 2(0,666) + 3(0,387) = 100(X)$$

$$X = \frac{5.4 + 2.41 + 0.9 + 2.98 + 1.33 + 1.16}{100}$$

$$X = 13.07\% \text{ Carbohidratos}$$

***Fibra**

$$A(F_a) + B(F_b) + C(F_c) + D(F_d) + E(F_e) + F(F_f) = H(F_h)$$

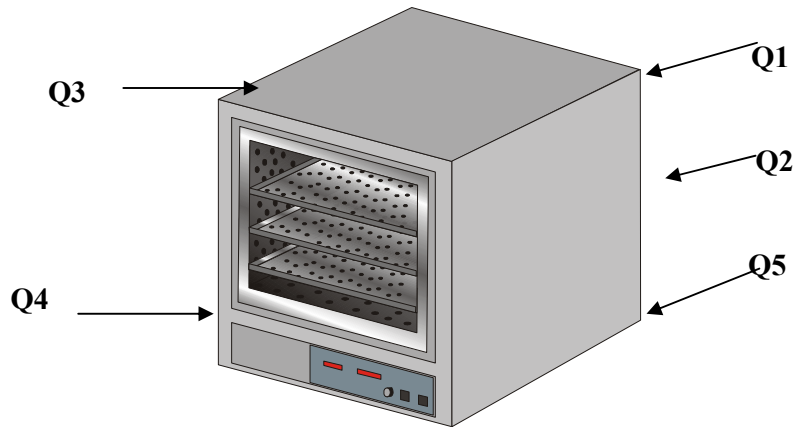
$$83(0.033) + 3(0.0027) + 6(0.186) + 3(0) + 2(0,033) + 3(0,27) = 100(X)$$

$$X = \frac{0.8 + 0 + 0.6 + 0.04}{100}$$

$$X = 0.4\% \text{ Fibra}$$

4.5 Balance de energía del secado

Gráfico N° 10
Secador del Laboratorio



Q1 = Calor de paredes verticales (frontal trasera)

Q2 = Calor de las paredes verticales (laterales)

Q3 = Calor de las paredes horizontales (arriba abajo)

Q4 = Calor del producto

Q5 = Calor del combustible

Ecuación para realizar el balance de energía

Balance general

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Calor de las paredes verticales frontal posterior

Datos

$$T_s = 45^\circ\text{C}$$

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

$$L = 0.66 \text{ m}$$

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

$$T_f = \frac{(45 + 25)^\circ\text{C}}{2} = 35^\circ\text{C} + 273.15 = 308.15^\circ\text{K}$$

Coefficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{308.15 \text{ }^\circ\text{K}} = 3.24 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

Se tomaron los datos del libro de Ingeniería de Alimentos de Batty en la tabla C9 del apéndice a 308.15°K.(Ver Anexo A-2)

$$K = 0.0269 \text{ W/m }^\circ\text{C}$$

$$\mu = 1.998 \text{ Kg/m s } \times 10^{-5}$$

$$\rho = 1.148 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Pr} = 0.706$$

$$\text{Gr} = \frac{g \beta (T_s - T_\alpha) \rho^2 L^3}{\mu^2}$$

$$\text{Gr} = \frac{9.8 \times 3.24 \times 10^{-3} (45 - 25) (1.148)^2 (0.66)^3}{(1.998 \times 10^{-5})^2}$$

$$\text{Gr} = 6.02 \times 10^8$$

$$\text{Gr Pr} = 4.25 \times 10^8$$

$$\text{Log}_{10} \text{Gr Pr} = 8.63$$

Para encontrar Nusselt se procede a dar lectura de la curva en la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Vera Anexo A-4).

$$\text{Nu} = 10^{1.9} = 79.43$$

$$\text{Nu} = \frac{h \times L}{k}$$

Donde:

Nu = Número de Nusselt

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

k = Conductividad térmica del aire

$$h = \frac{\text{Nu} \times k}{L}$$

$$h = \frac{79.43 \times 0.0269 \text{ W/m } ^\circ\text{C}}{0.66 \text{ m}}$$

$$h = 3.24 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Área de la pared vertical (frente atrás)

$$A = b \times h$$

Donde:

b = base

h = altura

$$A = 0.66 \text{ m} \times 0.54 \text{ m} \times 2$$

$$A = 0.7128 \text{ m}^2$$

Calor de las paredes verticales (frente atrás)

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

$$Q_1 = 3.24 \text{ W/m}^2\text{°C} \times 0.7128 \text{ m}^2 \times (45 - 25) \text{ °C}$$

$$Q_1 = 46.2 \text{ W}$$

Calor de las paredes verticales laterales

Datos

$$T_s = 45 \text{ °C}$$

$$T_\alpha = 25 \text{ °C}$$

$$L = 0.50 \text{ m}$$

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

$$T_f = \frac{(45 + 25) \text{ °C}}{2} = 35 \text{ °C} + 273.15 = 308.15 \text{ °K}$$

Coefficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{308.15 \text{ °K}} = 3.24 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

Se tomaron los datos del libro de Ingeniería de Alimentos de Batty en la tabla C9 del apéndice a 308.15°K.(Ver Anexo A-2)

$$K = 0.0269 \text{ W/m °C}$$

$$\mu = 1.998 \text{ Kg/m s} \times 10^{-5}$$

$$\rho = 1.148 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Pr} = 0.706$$

$$\text{Gr} = \frac{g \beta (T_s - T_\alpha) \rho^2 L^3}{\mu^2}$$

$$\text{Gr} = \frac{9.8 \times 3.24 \times 10^{-3} (45 - 25) (1.148)^2 (0.50)^3}{(1.998 \times 10^{-5})^2}$$

$$\text{Gr} = 2.62 \times 10^8$$

$$\text{Gr Pr} = 1.85 \times 10^8$$

$$\text{Log}_{10} \text{Gr Pr} = 8.27$$

Para encontrar Nusselt se procede a dar lectura de la curva en la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Vera Anexo A-4).

$$\text{Nu} = 10^{1.7} = 50.12$$

$$\text{Nu} = \frac{h \times L}{k}$$

Donde:

Nu = Número de Nusselt

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

k = Conductividad térmica del aire

$$h = \frac{\text{Nu} \times k}{L}$$

$$h = \frac{50.12 \times 0.0269 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{0.50 \text{ m}}$$

$$\mathbf{h = 2.7 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

Área de la pared vertical (frente atrás)

$$A = b \times h$$

Donde:

b = base

h = altura

$$A = 0.66 \text{ m} \times 0.54 \text{ m} \times 2$$

$$A = 0.54 \text{ m}^2$$

Calor de las paredes verticales (LATERALES)

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

$$Q_2 = 2.7 \text{ W/m}^2\text{C} \times 0.54 \text{ m}^2 \times (45 - 25)^\circ\text{C}$$

$$\mathbf{Q_2 = 29 \text{ W}}$$

Calor de las paredes horizontales

Datos

$$T_s = 50^\circ\text{C}$$

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

$$L = 0.66 \text{ m}$$

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

$$T_f = \frac{(50 + 25)^\circ\text{C}}{2} = 25.25^\circ\text{C} + 273.15 = 310.65^\circ\text{K}$$

Coefficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{310.65 \text{ }^\circ\text{K}} = 3.22 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

Se tomaron los datos del libro de Ingeniería de Alimentos de Batty en la tabla C9 del apéndice a 310.65°K. (ver anexo A-2)

$$K = 0.027 \text{ W/m }^\circ\text{C}$$

$$\mu = 2 \text{ Kg/m s } \times 10^{-5}$$

$$\rho = 1.1392 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Pr} = 0.7057$$

$$\text{Gr} = \frac{g \beta (T_s - T_\alpha) \rho^2 L^3}{\mu^2}$$

$$\text{Gr} = \frac{9.8 \times 3.22 \times 10^{-3} (50 - 25) (1.1392)^2 (0.66)^3}{(2 \times 10^{-5})^2}$$

$$\text{Gr} = 7.36 \times 10^8$$

$$Gr Pr = 5.2 \times 10^8$$

Para encontrar Nusselt se localiza en la página 202 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty para determinar la fórmula adecuada.

$$Nu = 0.14(Gr_x Pr)^{0.333} = 240.74$$

$$Nu = \frac{h \times L}{k}$$

Donde:

Nu = Número de Nusselt

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

k = Conductividad térmica del aire

$$h = \frac{Nu \times k}{L}$$

$$h = \frac{240.74 \times 0.027 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{0.66 \text{ m}}$$

$$\mathbf{h = 9.85 \text{ W/ m}^2\text{°C}}$$

Área de la pared horizontal

$$A = b \times h$$

Donde:

b = base

h = altura

$$A = 0.66 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} \times 2$$

$$A = 0.66 \text{ m}^2$$

Calor de las paredes horizontales

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

$$Q_3 = 9.85 \text{ W/ m}^2\text{°C} \times 0.66 \text{ m}^2 \times (50 - 25) \text{ °C}$$

$$Q_3 = 162.53 \text{ W}$$

Calor Práctico del producto

Balance General:

$$Q_5 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$1143.1\text{W} = 46.2\text{W} + 29\text{W} + 162.53\text{W} + Q_4$$

$$Q_4 = 1143.1\text{W} - 46.2\text{W} - 29\text{W} - 162.53\text{W}$$

$$\mathbf{Q_4 = 905.37\text{W}}$$

Cálculo del calor de la fuente de energía

Datos:

Se midió el voltaje y el amperaje del equipo con los siguientes resultados.

$$V = 115 \text{ v}$$

$$I = 14.2 \text{ Amp.}$$

$$P = 1633 \text{ Watts} \times 0.7 \text{ (perdidas de calor por la paredes)}$$

$$P = 1143.1\text{Watts.}$$

$$\mathbf{Q_5 = 1143.1\text{W}}$$

Calor teórico del producto

Calor específico del Camote deshidratado

Datos

$$\% \text{ Humedad} = 11 \%$$

$$\% \text{ sólidos} = 89\%$$

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

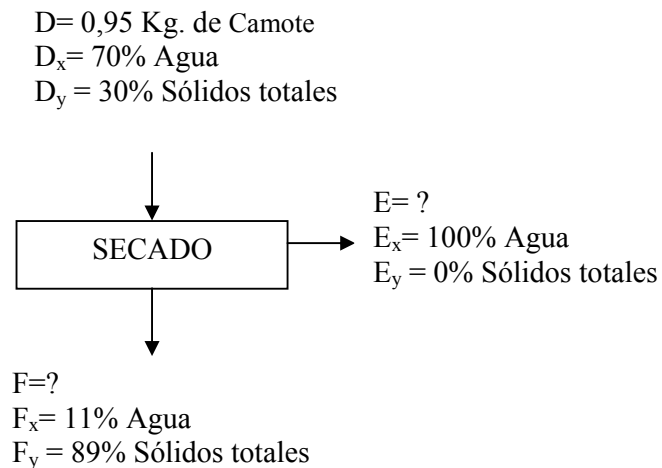
$$C_p \text{ sólido} = 1.38 \text{ KJ / Kg. °C}$$

Calor específico de la harina de camote.

$$C_p \text{ camote} = \frac{M_{H_2O}}{M} * C_p H_2O + \frac{M_{\text{Sólido}}}{M} * C_p \text{ sólido}$$

$$C_p \text{ camote} = \frac{11}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} + \frac{89}{100} * 1.38 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ camote} = 1.69 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

Balance del secado**Balance General****Balance general:**

$$D = E + F$$

$$E = D - F$$

$$E = 0,95 \text{ Kg/h} - 0,32 \text{ Kg/h}$$

$$E = 0,63 \text{ Kg/h de agua evaporada}$$

Datos

Cp del Camote= 1.69 KJ/Kg. °C

$\Delta H(100^\circ\text{C})= 2358,5 \text{ KJ/Kg.}$

Calor sensible

$$Q_S = m \times C_p \times \Delta T$$

$$Q_S = 0.32 \text{ Kg/h} \times 1.69 \text{ KJ/ Kg. } ^\circ\text{C} \times (60-25)^\circ\text{C}$$

$$Q_S = 18,93 \text{ KJ/h} \times 1000\text{J/1KJ} \times 1\text{h}/3600\text{s}$$

$$Q_S = \mathbf{5,26W}$$

Calor latente

$$Q_L = m \times H_{fg}$$

$$Q_L = 0.63\text{Kg/h} \times 2358,5 \text{ KJ/Kg.}$$

$$Q_L = 1485,86 \text{ KJ/h} \times 1000\text{J/1KJ} \times 1\text{h}/3600\text{s}$$

$$Q_L = \mathbf{412,74W}$$

Calor total teórico del producto

$$Q_T = Q_S + Q_L + 30\%$$

$$Q_T = 412,74 \text{ W} + 5,26 \text{ W}$$

$$Q_T = W \times 1.3$$

$$Q_T = \mathbf{543,4W}$$

Eficiencia del secador

$$\text{Eficiencia} = \frac{Q \text{ teórico del producto}}{Q \text{ práctico del producto}} \times 100$$

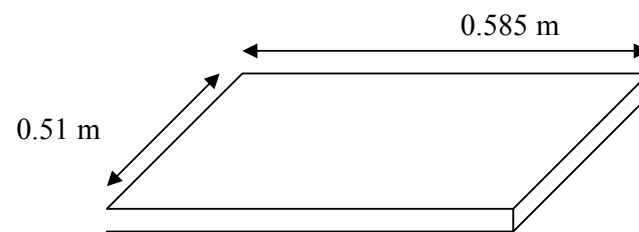
$$\text{Eficiencia} = \frac{543,4\text{W}}{\quad} \times 100$$

$$905.37 \text{ W}$$

Eficiencia = 60 %

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

Área de las bandejas usadas en el secado



$$A = b \times h$$

$$A = 0.51 \text{ m} \times 0.585 \text{ m} \times 6$$

$$A = 1.79 \text{ m}^2$$

Calor en la superficie de las bandejas

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

$$U = 905.37 \text{ W} / 1.79 \text{ m}^2 \times (60-25) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 14,45 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

CAPITULO V

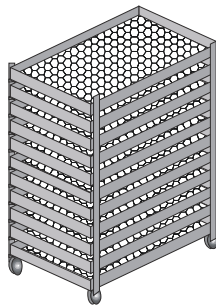
DISEÑO DEL SECADOR DE BANDEJAS

5.1 Dimensionamiento del secador

La capacidad estimada del equipo será de 200Kg. por lote.

La densidad del camote es de 700Kg/m³, lo que equivale a 0,286m³.

Tomando la referencia del libro Manual del Ing. Químico de Perry, tabla 3.1, el dimensionamiento de las bandejas para los materiales amarillo cromo y rojo toluidina donde las dimensiones son 65 x 100 x 2.2cm y 65 x 100 x 2cm respectivamente, se tomara las dimensiones de las bandejas del primer material.



Volumen de cada bandeja: $0,65\text{m} \times 1\text{m} \times 0,022\text{m} = 0,0143\text{m}^3$ x10 bandejas=0,143m³

Cada coche tiene 10 bandejas, lo que implicaría tener dos coches para sumar los 200kg de camote.

Se dejara un espacio entre bandeja de al menos 8cm, que sumado a la altura de la bandeja sumaria una altura de 1,2m, mas la altura de las ruedas 10cm. Con un total de 1,3m de altura.

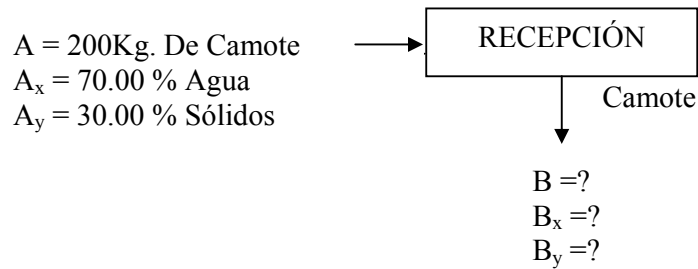
Las dimensiones del equipo secador se basan en el volumen del aire que debe circular dentro del equipo, que debe ser de 10 a 15 veces más que la del producto.

Al multiplicar quince veces el volumen del camote obtenemos 4,2m³, las dimensiones estimadas serán de 1,5m de alto, 1m de ancho, y 3m de largo con un total de 4,5m³.

5.2 Balance de materia en el secador a nivel piloto

Base de cálculo

200Kg/h



Balance general

$$A = B$$

$$B = 200\text{Kg. De Camote}$$

Balance parcial

- Humedad

$$A = B$$

$$200 \text{ Kg. } (0.70) = B(0.70)$$

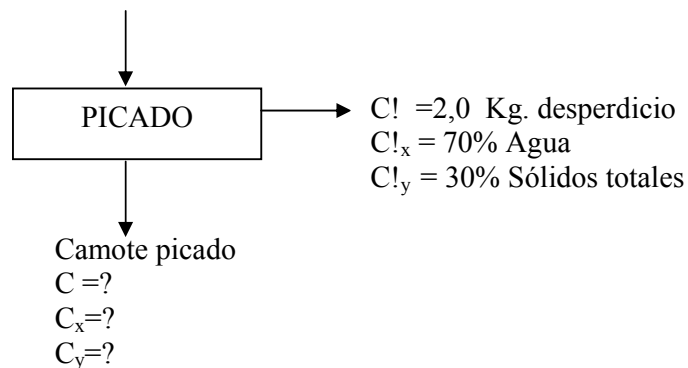
$$B = 200 \text{ Kg/h}$$

Balance del picado

$$B = 200\text{Kg. De Camote}$$

$$B_x = 70\% \text{ Agua}$$

$$B_y = 30\% \text{ Sólidos totales}$$



Balance general del picado del camote

$$B = C + C!$$

$$C = B - C!$$

$$C = 200 \text{ Kg/h} - 2 \text{ Kg/h}$$

$$C = 198 \text{ Kg. de Camote}$$

Balance parcial

Humedad

$$B = C + C!$$

$$200 \text{ Kg.} (0.70) = C (0.70) + 1 (0.70)$$

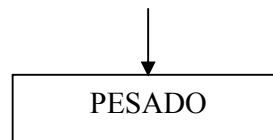
$$C = 198 \text{ Kg}$$

Balance del pesado

$$C = 198 \text{ Kg. De Camote}$$

$$C_x = 70\% \text{ Agua}$$

$$C_y = 30\% \text{ Sólidos totales}$$



$$D = ?$$

$$D_x = 70\% \text{ Agua}$$

$$D_y = 30\% \text{ Sólidos totales}$$

Balance general

$$C = D$$

$$C = 198 \text{ Kg. De Camote}$$

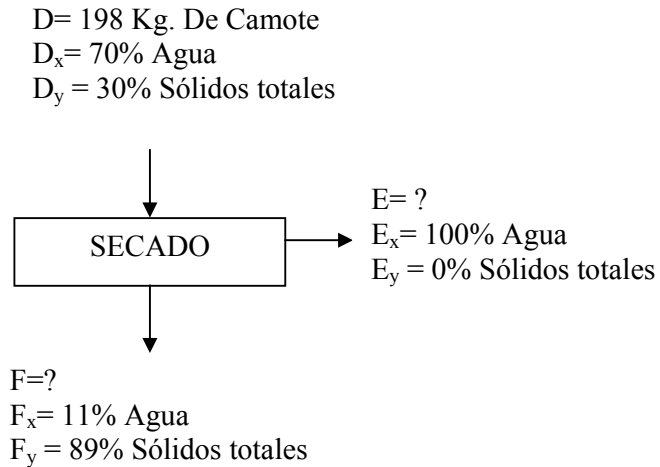
Balance parcial

- Humedad

$$C = D$$

$$198 \text{ Kg.} (0.70) = D (0.70)$$

$$D = 198 \text{ Kg. De Camote}$$

Balance del secado**Balance General**

$$D = E + F$$

$$F = D - E$$

$$F = 198 + E$$

$$E = 198 \text{ Kg} - 66,74 \text{ Kg}$$

$$E = 131,26 \text{ Kg. H}_2\text{O}$$

Balance parcial

Humedad

$$F(0.11) = 198 \text{ Kg}(0.70) + E(1)$$

$$E = F(0.11) + 131,26$$

Sólidos totales

$$F(0.89) = 198 \text{ Kg}(0.30) + E(0)$$

$$F = 59,4/0.89$$

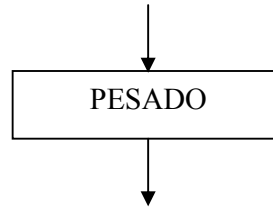
$$F = 66,74 \text{ Kg camote Seco}$$

Balance del pesado 2

$F = 66,74 \text{ Kg camote Seco}$

$F_x = 11\% \text{ Agua}$

$F_y = 89\% \text{ Sólidos totales}$



$G = ?$

$G_x = 11\% \text{ Agua}$

$G_y = 89\% \text{ Sólidos totales}$

Balance general

$F = G$

$G = 66,74 \text{ Kg camote Seco}$

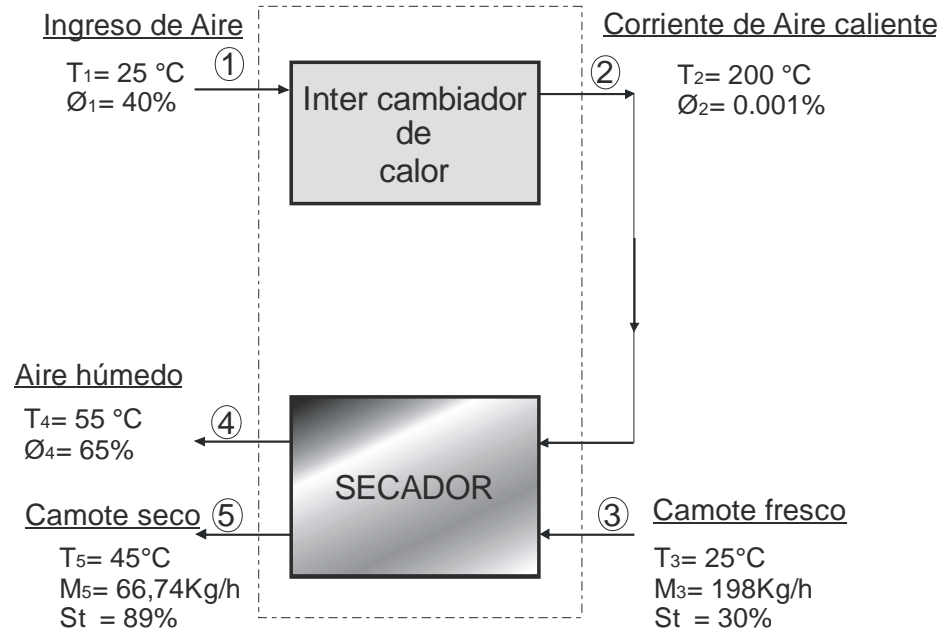
3.5.1.7. Rendimiento del proceso

Rendimiento = $\frac{\text{Masa seca}}{\text{Masa húmeda}}$

Rendimiento = $\frac{66,74 \text{ Kg.}}{200\text{Kg.}} \times 100$

Rendimiento = 33,37 %

5.3 Balance de energía en el secador a nivel piloto real



Balance general del proceso

$$M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Un balance de masa de agua que entra y que sale nos da:

$$M_2\omega_2 + M_3 = M_4\omega_4 + M_5$$

$$\omega_4 = \omega_2 + \frac{M_3 - M_5}{M_4}$$

La humedad absoluta se calcula mediante la siguiente formula

$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\omega_1 = 0.622 \frac{\text{ØPg}}{(P - \text{ØPg})}$$

$$\omega_1 = 0.622 \frac{0.40(3.169)}{(101 - (0.40 \times 3.169))}$$

$$\omega_1 = 0.0079 \text{ Kg de vapor / Kg de Aire seco}$$

$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\omega_2 = \mathbf{0.0079 \text{ Kg de vapor / Kg de Aire seco}}$$

$$\omega_4 = 0.622 \frac{\text{ØPg}}{(P - \text{ØPg})}$$

$$\omega_4 = 0.622 \frac{0.65(31.19)}{(101 - (0.65 \times 31.19))}$$

$$\omega_4 = \mathbf{0.1562 \text{ Kg de vapor / Kg de Aire seco}}$$

Volvemos a la formula general del balance

$$M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_4 = M_2 + 198 - 66,74$$

$$M_4 = M_2 + 131,26$$

Balance de Agua que entra y sale del sistema

$$M_2\omega_2 + M_3 = M_4\omega_4 + M_5$$

$$M_2 \cdot 0.0079 + 198(0.70) = M_4 \cdot 0.1562 + 66,74(0.11)$$

$$M_2 \cdot 0.0079 + 138,6 = (M_2 + 131,26) \cdot 0.1562 + 7,34$$

$$138,6 - 7,34 = M_2 \cdot 0.1562 - M_2 \cdot 0.0079 + 20,5$$

$$M_2 = \frac{110,76}{0.1481}$$

$$\mathbf{M_2 = 747,87 \text{ Kg/h}}$$

$$M_4 = M_2 + 131,26$$

$$\mathbf{M_4 = 879,13 \text{ Kg/h}}$$

La formula para el balance de energía del sistema del secador es la siguiente:

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

En donde

- Q = transferencia de calor que se necesita
 M_{pe} = velocidad de flujo de masa del producto que sale del sistema.
 C_{pe} = calor específico del producto de salida.
 T_{pe} = temperatura del producto a la salida.
 T_{pi} = temperatura del producto a la entrada.
 M_a = velocidad de flujo de masa del aire seco a la entrada del secador.
 C_a = calor específico a presión constante del aire seco.
 T_{ae} = temperatura del aire a la salida.
 T_{ai} = temperatura del aire a la entrada.
 ω_{ai} = humedad absoluta del aire que entra al secador.
 h_{ve} = entalpía del vapor de agua en la salida del aire.
 h_{vi} = entalpía del vapor de agua en la entrada del aire.
 M_{evap} = velocidad de evaporación dentro del secador.
 h_{li} = entalpía del vapor de agua líquida en la entrada del producto.
 $Q_{perdido}$ = pérdida de calor a través de las paredes por fugas de aire.

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

C_p del Camote= 1.69 KJ/Kg. °C

$$Q = [66,74/h \times 1.69\text{KJ/Kg}^\circ\text{C}(45 - 25)^\circ\text{C}] + \{879,13\text{Kg}_{\text{aire}}/h[1.0069\text{KJ/Kg}(45 - 25)^\circ\text{C} + 0.0079\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{Kg}_{\text{As}}(2600.9 - 2547.2)\text{KJ/Kg}]\} + [131,26\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}/h(2600.9 - 104.89)\text{KJ/Kg}] + 30\%$$

$$Q = 2255,8\text{KJ/h} + 18076,87\text{KJ/h} + 327626,24\text{KJ/h}$$

$$Q = 347958,87/h + 30\%$$

$$Q = 452346,53\text{KJ/h} //$$

$$\mathbf{M \text{ combustible} = \frac{452346,53 \text{ KJ/h}}{(48 \times 10^3 \text{ KJ/Kg})(0.7)}}$$

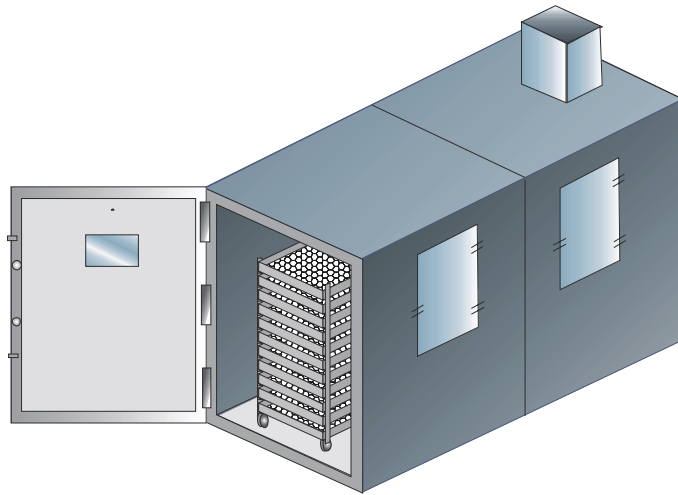
Mcomb = 13,46Kg de gas /h por 8 horas de proceso

Mcomb = 107,68 Kg de gas por jornada.

$$\mathbf{\text{Costo} = \frac{107,68 \text{ Kg} \times 1.6 \$}{12.5 \text{ Kg}}}$$

Costo = 13,78 \$ por jornada

Costo por Kg = 0.2065\$/Kg de camote seco



Calor teórico del producto

Calor sensible

$$Q_S = m \times C_p \times \Delta T$$

$$Q_S = 66,74 \text{ Kg/h} \times 1.69 \text{ KJ/ Kg. } ^\circ\text{C} \times (60-25)^\circ\text{C}$$

$$Q_S = 3947,68 \text{ KJ/h}$$

Calor latente

$$Q_L = m \times H_{fg}$$

$$Q_L = 131,26 \text{ Kg/h} \times 2358,5 \text{ KJ/Kg.}$$

$$Q_L = 309576,72 \text{ KJ/h}$$

Calor total teórico del producto

$$Q_T = Q_S + Q_L + 30\%$$

$$Q_T = 3947,68 \text{ KJ/h} + 309576,72 \text{ KJ/h}$$

$$Q_T = 313524,4 \times 1.3$$

$$Q_T = 407581,72 \text{ KJ/h} //$$

Calor de combustión del gas.

50% butano /50% propano

$$C = 48000 \text{ KJ/Kg} \times 1000 \text{ J/1KJ}$$

$$C = 48 \times 10^3 \text{ KJ/Kg}$$

$$M \text{ combustible} = \frac{407581,72 \text{ KJ/h}}{(48 \times 10^3 \text{ KJ/Kg})(0.7)}$$

$$M_{\text{comb}} = 12,13 \text{ Kg/h} \times 8 \text{ h}$$

$$M_{\text{comb}} = 97 \text{ Kg de gas}$$

1 cilindro de gas alberga 12.5Kg de gas a \$ 1.6

$$\text{Costo} = 97 \text{ Kg} \times \frac{1.6 \$}{12.5 \text{ Kg}}$$

$$\text{Costo} = 12,42 \$ \text{ por jornada}$$

$$\text{Costo por Kg} = 0.186 \$ / \text{Kg de camote seco}$$

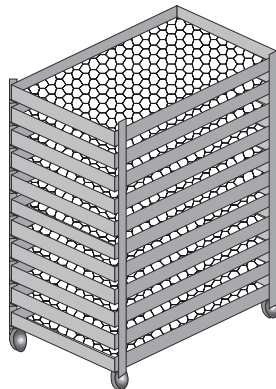
Eficiencia del secador

$$\text{Eficiencia} = \frac{Q_{\text{teórico del producto}}}{Q_{\text{práctico del producto}}} \times 100$$

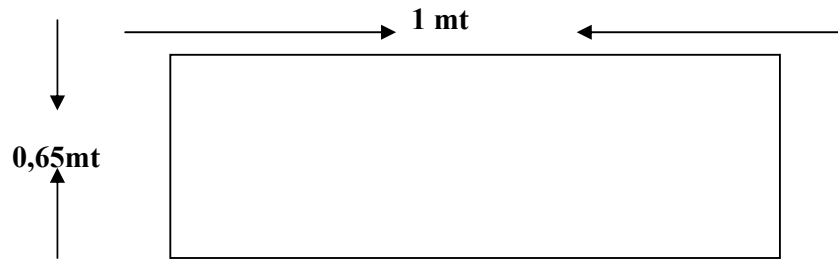
$$\text{Eficiencia} = \frac{407581,72 \text{ KJ/h}}{452346,53 \text{ KJ/h}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 90 \%$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor



Área de las bandejas



$$A = b \times h$$

$$A = 0,65 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 20 \text{ bandejas}$$

$$A = 13\text{m}^2$$

A de las cejas = $b \times L$

$$A_c = (0.022\text{m} \times 1 \times 2) + (0.022\text{m} \times 0,65\text{m} \times 2)$$

$$A_c = 0,0726\text{m}^2 \times 20$$

$$A_{\text{total}} = 1,4526\text{m}^2 + 13\text{m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 14,452\text{m}^2$$

Calor en la superficie de las bandejas

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

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

$$Q = 452346,53\text{KJ/h} \times 0.277 \text{ W- h/KJ}$$

$$Q = 125299,99\text{W}$$

$$U = 125299,99\text{W} / 14,452\text{m}^2 \times (200-25) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$U = 49,54 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

En la pagina 20-46 de desecación de sólidos del libro del Ingenio Químico de Jhon Perry, indica que los coeficientes de transmisión de calor para secadores que usan como fuente de calentamiento tubos de vapor varían de 30 a 85 W/m²°C.

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor del Intercambiador por Convección forzada en flujo normal para cilindros circulares

$$Nu = C(Re_D)^n$$

$$Re_D = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

Datos a 25°C

$$\mu = 1,983 \times 10^{-4} \text{ Kg/mxs}$$

$$K = 0,02624 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$Pr = 0,708$$

$$\rho = 1,1774 \text{ Kg/m}^3$$

$$Re_D = \frac{1,1774 \text{ Kg/m}^3 \times 25 \text{ m/s} \times 0,432 \text{ m}}{1,983 \times 10^{-4} \text{ Kg/mxs}}$$

$$Re_D = 638277,86$$

Según La tabla 12-1 de los coeficientes para convección forzada del libro de Batty en flujo normal para cilindros circulares tenemos.

$$C = 0,024$$

$$n = 0,805$$

$$Nu = C(Re_D)^n$$

$$Nu = 0,024(638277,86)^{0,805}$$

$$Nu = 1130,43$$

$$h = \frac{Nu \times K}{D}$$

D

$$h = \frac{1130,43 \times 0,02624 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{0,43 \text{ m}}$$

$$h = 68,98 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Por ser un intercambiador de calor el $h = U$. Valor referencial para comprobar un valor practico a partir de los siguientes datos

$$Q = h A \Delta T$$

$$h = U$$

$$Q = U A \Delta T$$

$$Q = 452346,53\text{W}$$

$$A = 4\text{m}^2$$

$$\Delta T = 175^\circ\text{C}$$

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

$$U = \frac{50525.41\text{W}}{4\text{m}^2 \times 175^\circ\text{C}}$$

$$U = 72,18 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

Este valor es eminentemente práctico ya que se soporta en lecturas reales, y medidas del equipo que fue construido

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{U_{\text{practico}} - U_{\text{teórico}}}{U_{\text{practico}}} \times 100$$

$$\% \text{ error} = \frac{72.18 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C} - 68,98 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}}{72.18 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}} \times 100$$

$$\% \text{error} = 4.4\%$$

Diseño del pasteurizador

5.4 Dimensionamiento

El equipo a diseñar debe tener la capacidad de 500Lt. De bebida Láctea, mas un factor de seguridad de 10% sumando un total de 550Lt. por lo que procederemos a realizar el siguiente calculo.

Marmita de parteurizacion

Datos

$$V = 550\text{Lt}$$

$$\text{Diametro} = ?$$

$$\text{Alto} = 2/3D$$

$$V = A \times \text{altura}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$V = \frac{\pi D^2 \times 2D}{4 \cdot 3}$$

$$V = \frac{\pi D^3}{6}$$

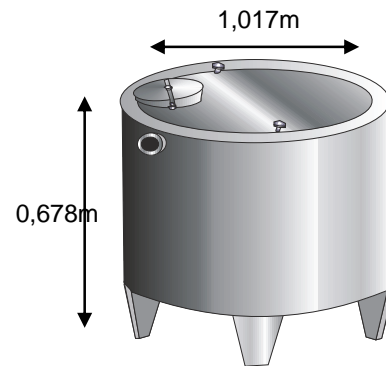
$$D^3 = \frac{6V}{\pi}$$

$$D^3 = \sqrt[3]{\frac{6(0,55\text{m}^3)}{\pi}}$$

$$D = 1,017\text{m}$$

$$\text{Alto} = 0,678 \text{ m}$$

$$V = 550\text{Lt}$$



Balance de Energía del pasteurizado del la Bebida Lactea

- Q1 = CONVECCION PRODUCTO - ACERO
 Q2 = CONDUCCION ACERO ESPESOR
 Q3 = CONVECCION AGUA - ACERO
 Q4 = CONDUCCION ACERO ESPESOR
 Q5 = CONVECCION ACERO - AIRE

DATOS DEL LA BEBIDAD LACTEA

23,78 °BRIX

Cp. De la bebida = %ST(CpST) + %H2O(CpH2O)

$$Cp = \frac{3,52}{\text{KJ/Kg}^\circ\text{C}}$$

K. De la bebida = %ST(KST) + %H2O(KH2O)

$$K = \frac{0,495}{\text{W/m}^\circ\text{C}}$$

60 °C - °T DE PASTEURIZACION

Prant =

Densidad = 1080 Kg/m³

Cp = 3,52 KJ/Kg°C

K = 0,495 W/m°C

Viscosidad = 0,00088 Pascal . S

Diametro = 1,017 m

Longitud = 0,678 m

Area total = 2,98

$$Prant = \frac{Cp \times \mu}{K}$$

$$Prant = 0,006257778$$

$$Tf = \frac{60 + 25}{2} =$$

42,5 °C

315,65

$$B = 0,003168066 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$Gr = \frac{g\beta(Ts - T) \rho^2 \times L^3}{\mu^2}$$

$$Gr = 510104993175,201 \quad 5^{11}$$

$$Gr \cdot Pr = \frac{3192123691}{\quad} \quad 3^9$$

$$\text{Log}(Gr.Pr) = 9,5$$

Revisamos la Fig. 12-19 del libro de Batty pag. 200

$$\text{Log}(Nu) = 2$$

$$Nu = 100 = \frac{h \cdot D}{K}$$

$$h = 48,67256637$$

$$Q = h \times A \times (T1 - T2)$$

$$Q1 = 5074,058944 \text{ W}$$

Q2 = CONDUCCION ACERO ESPESOR

$$Q2 = K \times A \frac{(T1 - T2)}{\Delta x}$$

Espesor =	0,004 m
K Acero =	42,99 W/m°C
T1 =	80 °C
T2 =	60 °C
Area =	2,98 m2

$$Q2 = 640236,8499 \text{ W}$$

Q3 = CONVECCION AGUA - ACERO

Datos del Agua Caliente

120 °C - °T DE PASTEURIZACION

Prant =	1,74
Densidad =	960 Kg/m3
Cp =	4,216 KJ/Kg°C
K =	0,68 W/m°C
Viscosidad =	0,000282 Pascal . S
Velocidad =	1 m/s
Diametro =	1,017 m
Longitud =	0,678 m

$$Nu = C(ReD)^n$$

$$ReD = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

$$ReD = 3462127,66$$

Se revisa la tabla 12-1 del libro de Batty pagina 199 y se obtienen los siguientes datos

$$C = 0,031993719$$

$$n = 0,805$$

$$Nu = 5878,085$$

$$h = \frac{\text{Nu} \times K}{D}$$

$$h = 3930,283306 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$Q = h \times A \times (T_1 - T_2)$$

$$\mathbf{Q3 = 175597,502 \text{ W}}$$

Q4 = CONDUCCION ACERO ESPESOR

$$Q4 = K \times A \times \frac{(T_1 - T_2)}{\Delta x}$$

Espesor =	0,004 m
K Acero =	42,99 W/m°C
T1 =	85 °C
T2 =	70 °C
Area =	2,98 m ²
diametro =	1,017 m

$$\mathbf{Q4 = 480177,6375 \text{ W}}$$

Q5 = CONVECCION ACERO - AIRE

DATOS DEL AIRE

25 °C - °T DEL AMBIENTE

Prant =	0,708
Densidad =	1,1774 Kg/m ³
Cp =	1,0057 KJ/Kg°C
K =	0,02624 W/m°C
Viscosidad =	0,00001983 Pascal . S
Diametro =	1,067 m
Longitud =	0,678 m
Tf =	47,5 °C
g =	9,8 m/s ²
T =	25 °C
Ts =	70 °C

$$\text{Nu} = C(\text{Gr} \times \text{Pr})^n$$

$$\text{Gr} = \frac{g\beta(T_s - T) \rho^2 \times L^3}{\mu^2}$$

$$\text{Gr} = 10200857857$$

$$\text{Gr} \times \text{Pr} = 7222207363$$

$$\text{Log}_{10}(\text{Gr Pr}) = 9,858669954$$

$$\text{Log}_{10}(\text{Nu}) = 2,4$$

$$\text{Nu} = 251,19$$

$$h = \frac{\text{Nu} \times K}{D}$$

$$h = 6,18 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$Q = h \times A \times (T_1 - T_2)$$

$$\mathbf{Q_5 = 1362,104259 \text{ W}}$$

$$Q \text{ Producto} = M \times C_p \times D^\circ T$$

$$Q \text{ Producto} = 500 \text{ Kg/h} \times 3,52 \times (60-25)^\circ\text{C}$$

$$\mathbf{Q \text{ Producto} = 61600,00 \text{ KJ/h}}$$

$$\mathbf{Q \text{ Producto} = 17111,11 \text{ W}}$$

$$\mathbf{Q \text{ TOTAL} = 1319559,26 \text{ W}}$$

$$\mathbf{QT \text{ de vapor} = 4750413,349 \text{ KJ/h}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{Q \text{ total de Vapor} \times 100}{Q \text{ experimental}}$$

$$Q \text{ experimental} = \frac{Q \text{ suministrado}}{t}$$

$$Q \text{ experimental} = \frac{61692,91 \text{ KJ}}{0,008333 \text{ h}}$$

$$Q \text{ experimental} = 7403445,338 \text{ KJ/h}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{4750413,349 \text{ KJ/h}}{7403445,338 \text{ KJ/h}}$$

$$\text{Eficiencia} = 64,16 \%$$

Masa de Vapor requerido

$$M_v = \frac{Q \text{ total}}{h_g}$$

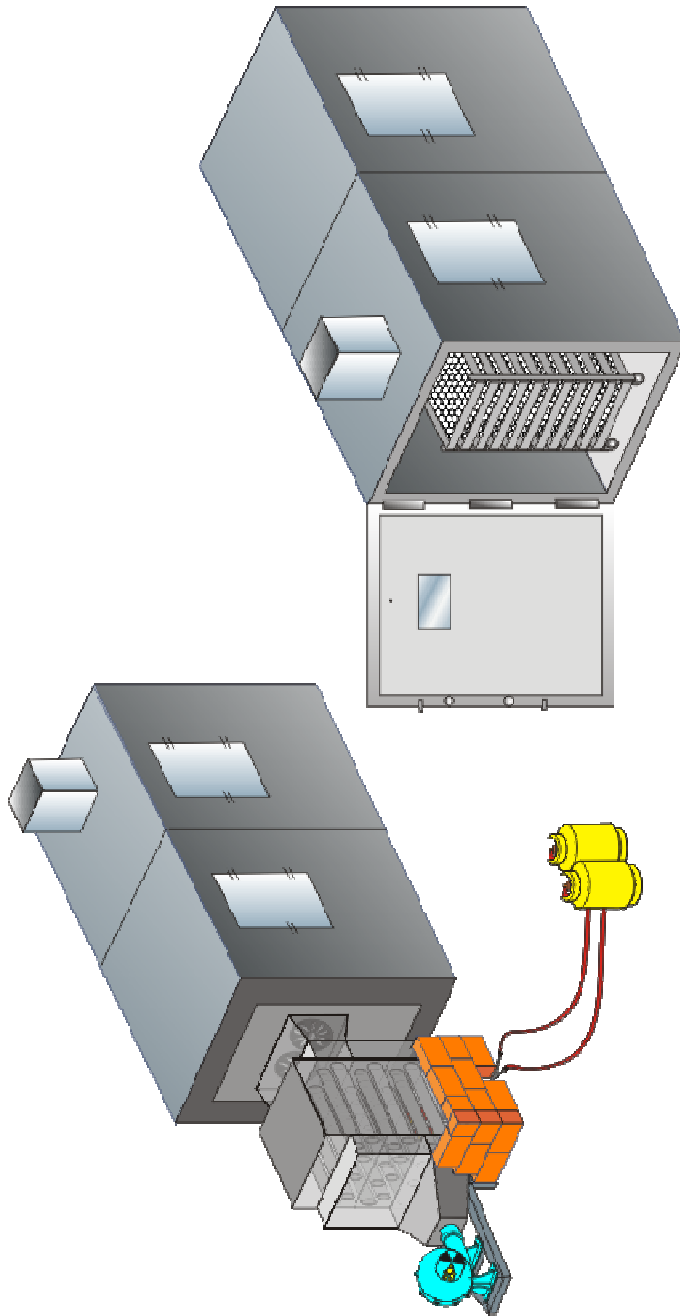
$$M_v = \frac{4750413,349 \text{ KJ/h}}{2618,3 \text{ KJ/Kg}}$$

$$M_v = 1814,312092 \text{ Kg /h}$$

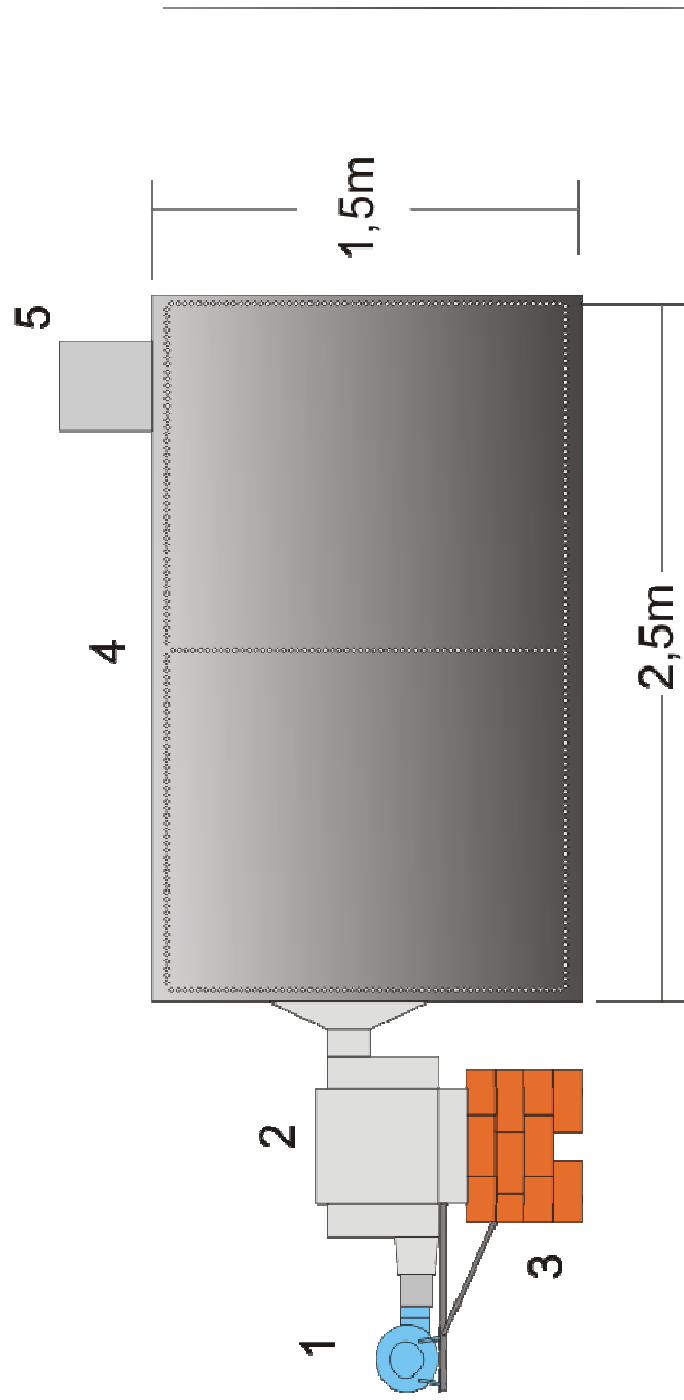
5.4.1 Accesorios de la marmita

Dispone de un manómetro para la medición de la presión del vapor en la tubería de entrada de la marmita, un termómetro para medir la temperatura del producto y otro para la tubería de entrada de vapor, en donde existirá una válvula de regulación de entrada de vapor. El agitador será sólido y en forma rectangular sus aspás y con un diámetro 30% menor al diámetro del equipo.

5.5 Planos de los equipos

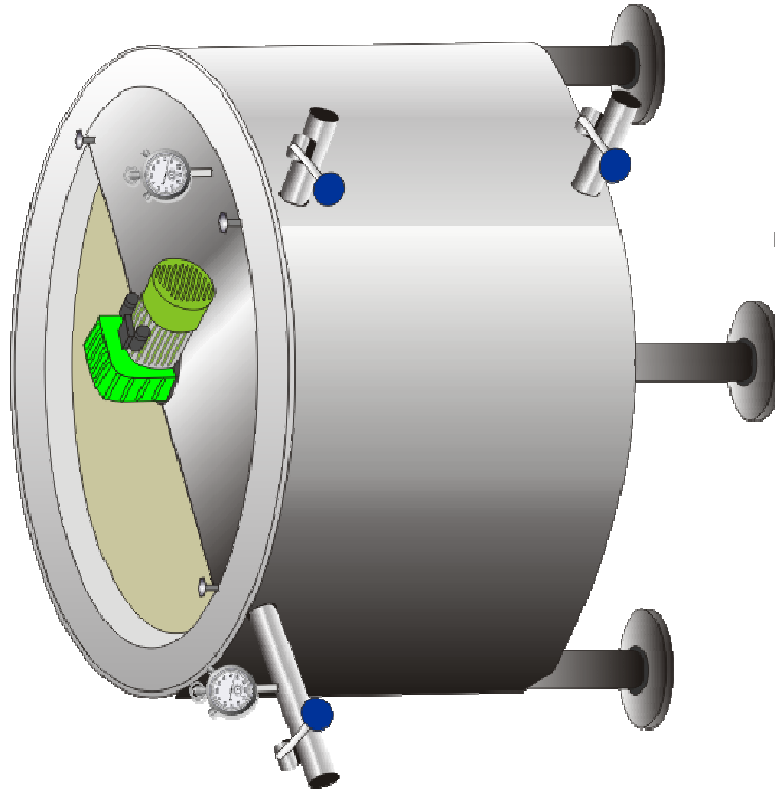


VISTA 3D DEL SECADOR	
REALIZADO POR: HOLGER JARAMILLO	ESCALA: 1 : 100
	FECHA: 13/01/10
	PLANO 1

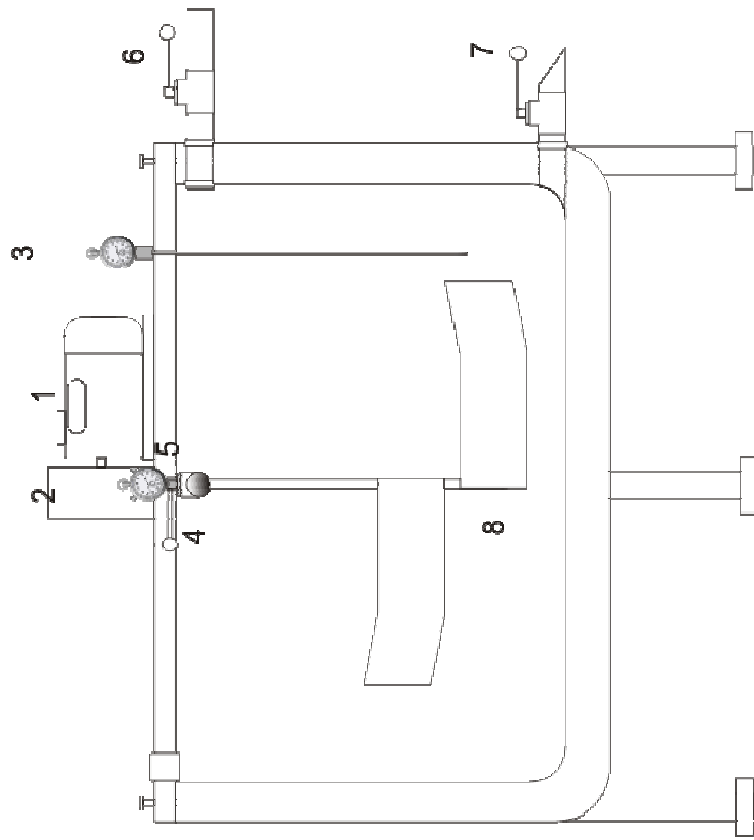


- 1 FRAGUA
- 2 INTER CAMBIADOR DE CALOR
- 3 BASE DE LADRILLO REFRACTARIO
- 4 SECADOR
- 5 CHIMENEA

VISTA LATERAL DEL SECADOR	
REALIZADO POR: HOLGER JARAMILLO	ESCALA: 1:.....20 FECHA: 18/03/10
PLANO 2	



VISTA 3D DEL PASTEURIZADOR	
ESCALA: 1:.....100	PLANO 3
REALIZADO POR: HOLGER JARAMILLO	
FECHA: 18/03/10	



- 1 MOTOR
 2 MOTOREDUCTOR
 3 TERMÓMETRO PARA EL PRODUCTO
 4 VÁLVULA DE GIRO DE VAPOR DE ENTRADA
 5 MANÓMETRO Y TERMÓMETRO DE PRODUCTO
 6 VÁLVULA DE ENTRADA DEL PRODUCTO
 7 VÁLVULA DE SALIDA DEL PRODUCTO
 8 AGITADOR

VISTA FRONTAL DEL PASTEURIZADOR

REALIZADO POR:
 HOLGER JARAMILLO

ESCALA: 1:.....100
 FECHA: 18/03/10

PLANO

4

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Para la obtención un producto lácteo a base de harina de camote y enriquecida con soya, siguiendo los parámetros de higiene y calidad para el consumo humano.
- La temperatura ideal para la obtención de la harina de camote fue de 60°C por 8 horas, ya que esta manera se conservan sus nutrientes vitamínicos que cumplen con las normas de calidad.
- En el diseño experimental, las mezclas seleccionadas para la variante de la proteína y la grasa fueron la A1B2C2, A2B1C1, A2B2C2, donde sobresalen las dos últimas que son las mezclas con 3% de camote y 3% de soya (A2B2C1), y 3% de camote y 6% de soya (A2B2C2).
- En las degustaciones la mezcla definitiva seleccionada fue la F1 (3% de camote y 6% de soya), obteniendo un excelente sabor y un contenido nutricional elevado, debido a que el porcentaje de soya es mayor según los datos de la ficha técnica.
- Los análisis bromatológicos demostraron que la bebida no sufrió cambios significativos a las diferentes temperaturas de pasteurización, ya que no afectó al contenido nutricional de la misma.
- Al realizar la ficha de estabilidad se comprobó que la bebida tiene un tiempo de vida de anaquel de 15 días, sin preservantes y en refrigeración.
- El precio de la bebida por cada envase de 250ml fue de \$0,50 un precio relativamente bajo si tomamos en cuenta que la bebida aporta una cantidad

considerable de proteínas y vitaminas, y la competencia local vende a \$0,30 el vaso de 200ml y la competencia nacional vende a más de \$0,50 los envases de Tetra Pack de 200ml.

- El secador ideal para deshidratar este tipo de tubérculos, son el rotatorio y el de bandejas, optando por el segundo, debido al volumen de producto que va a procesar la planta, el manejo poco complicado y la calidad de secado requerido para nuestro producto. El equipo rotatorio implica la adquisición de accesorios más costosos y mayor cantidad de producto a secarse.
- El pasteurizador que se diseñó fue el de tipo marmita, pues a diferencia del de placas o el tubular, puede ser adaptado a gas, lo que significa que no se realizaría el gasto del caldero, el equipo tiene una capacidad de 500Lt. por lote.
- La bebida obtenida representó un color típico de un producto lácteo, un olor y sabor agradables y una textura característica de una bebida.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda el trocear el camote lo más pequeño posible, para aprovechar al máximo el área de contacto, y deshidratar de una manera más eficiente el producto.
- Se recomienda cocinar la harina de camote antes de mezclarla con los demás insumos, ya que la leche, no debe exceder la temperatura de pasteurización, y el camote necesita más temperatura para su adecuada cocción.
- Se recomienda en el proceso del filtrado utilizar una criba de 0.1 micras, es muy importante en la obtención de la bebida, ya que si se lo realiza adecuadamente se obtendrá una textura ideal para el producto.
- Se sugiere mucha atención en el paso de selección y limpieza ya que el camote que se deshidrate en mal estado, deteriora la calidad de la harina.
- Se debería explotar este tipo de proyectos, ya que los componentes del camote tiene muchos nutrientes, que se podrían aprovechar en la alimentación cotidiana, con una gran aportación de proteínas y minerales.
- Se recomienda consumir la soya, la proteína representa un valor nutricional muy importante para una dieta saludable.
- Los niños deben consumir soya en alguno de sus subproductos como leche, yogur o bebidas, pero como un complemento alimenticio, además su proteína disminuye el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares.

6.3 Bibliografía

1. Alaís, C. (1971). *Ciencia de la Leche*. México, D.F., Compañía Editorial Continental.
2. Alvarado Sofía, Atiencia Verónica, López Magaly, Creación del Broker MKV para la exportación de camote y otros productos no tradicionales a España, ESPOL, Facultad de Economía y Negocios. Pág. 21
3. Badui Dargal, Salvador (2006). *Química de los Alimentos*. México, Pearson Educación. ISBN 970-26-0670-5.
4. Barderas, Valiente. 1994. Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria. Ed. Limusa, Primera Edición. México.
5. Batty J, Clair./ Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Compañía editorial continental. México, 1990
6. California Dairy Research Foundation. «*The Milk Genome: Using Science to Mine the Benefits of Our Most Nutritious Food*
7. Chandan, R.D., y Shahari, K.M. (1992). *Yogurt. Cap. 1. Dairy Science and Technology Handbook*, vol. 2. VCH Publishers Inc., NY., pp. 1-56.
8. Charles Alais, Antonio Lacasa Godina (1985). *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera*. México, Pearson Educación. ISBN 84-291-1815-2.
9. Collazos, C. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos
10. Guardia, Sara Beatriz. La Flor Morada de los Andes. Primera edición. 2004. 137pp.

11. Harper, J.W. (1976). *Processing-induced changes*. Dairy Technology and Engineering, The Avi Publishing, Westport, Conn.
12. Hawkins Homestead, C.J. Meat Quality CRC Australia, Annual Report 1996/1997,1997.
13. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Diciembre de 2003). «El INTA ante la preocupación por la sustentabilidad de largo plazo de la producción agropecuaria argentina» (en español). Consultado el 23 de abril de 2009. Técnicos de la EEA del INTA: Ingenieros Agrónomos Eduardo Martellotto y Pedro Salas, Geólogo Edgar Lovera (mayo de 2001). «Impacto del monocultivo de soja» (en español). Consultado el 23 de abril de 2009.
14. Instituto Nacional de Investigacion y Extension Agraria (Perú)
15. Lomas, E. Maria del Carmen. 2002. Introducción al cálculo de los Procesos Tecnológicos de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza – España
16. Loor; Roque/”Dieta Alimenticia Seca a Base de Maralfalfa para Mejorar la Producción de Ganado Bovino de carne en la Etapa de Engorde en la Hacienda “Río Muchacho”2006”
17. Perry, Robert, H. 1992. Manual de Ingeniero Químico. Ed. McGraw-Hill. Sexta Edición. México.
18. Rolls, B.A. 1982. *Effect of processing on nutritive value of food: Milk and milk products*, en *Handbook of Nutritive Value of Prcessed Food, Vol. 1. Ed. M. Rechcigl, p. 383-399. CRC Press, Boca Raton, Fl.*
19. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador
20. www.vanguardia.com.mx.

21. www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes/estabilizantes-conceptos.htm
22. www.wikipedia.org/wiki/Archivo:Soybean.USDA.jpg
23. www.monografias.com/trabajos59/produccion-camote/produccion-camote.html
24. www.blogspot.com/exfoliacion-con-azucar.jpg
25. www.consulteme.com.br/.../2secador_stand.htm
26. www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S05.htm
27. www.sica.gov.ec
28. www.fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/batatas-boniatos-camote-moniato-papa-dulce.htm
29. www.corpei.org
30. www.macalamolina.com/salud.htm

ANEXOS

Fotos de la elaboración de la harina de camote





Curva de secado

Cuadro N° 19

Datos experimentales para la curva de secado

Tiempo	Muestra (gr.)	gr. de agua	Agua	Tiempo (min)	Velocidad
0	268,56	0	0	0	153,76
15	258,78	9,78	9,78	15	143,98
30	251,07	7,71	17,49	30	136,27
45	240,45	10,62	28,11	45	125,65
60	230,8	9,65	37,76	60	116
75	222	8,8	46,56	75	107,2
90	212,4	9,6	56,16	90	97,6
105	196,56	15,84	72	105	81,76
120	189,32	7,24	79,24	120	74,52
135	181,88	7,44	86,68	135	67,08
150	173,06	8,82	95,5	150	58,26
165	165	8,06	103,56	165	50,2
180	160	5	108,56	180	45,2
195	155,76	4,24	112,8	195	40,96
210	153,23	2,53	115,33	210	38,43
225	149,49	3,74	119,07	225	34,69
240	147,33	2,16	121,23	240	32,53
255	143,82	3,51	124,74	255	29,02
270	141,69	2,13	126,87	270	26,89
285	139,06	2,63	129,5	285	24,26
300	135,11	3,95	133,45	300	20,31
315	132,4	2,71	136,16	315	17,6
330	129,43	2,97	139,13	330	14,63
345	125,6	3,83	142,96	345	10,8
360	123,5	2,1	145,06	360	8,7
375	121,74	1,76	146,82	375	6,94
390	119,54	2,2	149,02	390	4,74
405	117,07	2,47	151,49	405	2,27
420	116,31	0,76	152,25	420	1,51
435	115,44	0,87	153,12	435	0,64
450	115,4	0,04	153,16	450	0,6
465	115	0,4	153,56	465	0,2
480	114,8	0,2	153,76	480	0

Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Datos a nivel de laboratorio

Masa húmeda: 70%

Masa seca: 30%

Peso inicial de agua

Peso inicial de agua = Peso % de agua + Peso agua de la masa seca

Peso % de agua = Peso % agua muestra húmeda – Peso muestra seca

Peso % de agua = 268,56g. – 123,5g.

Peso % de agua = 145,06 gr. de agua

Peso de agua de masa seca

Peso de agua de masa seca = peso masa seca x % de agua

Peso de agua de masa seca = 123,5gr. x 7,04 %

Peso de agua de masa seca = 8,7gr. de agua

Peso inicial de agua = 145,06gr.+ 8,7gr.

Peso inicial de agua = 153,76 gr. de agua

Peso de la muestra seca

Peso de la muestra seca = Peso de la muestra seca – peso del agua de la muestra seca

Peso de la muestra seca = 0.123,5g de muestra seca – 8,7 g. de agua de la muestra seca

Peso de la muestra seca = 114,8 g. de MS

Porcentaje de humedad inicial

$$\% \text{ Humedad inicial del producto} = \frac{\text{Peso inicial de agua}}{\text{Peso de muestra húmeda}} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad inicial del producto} = \frac{153,76 \text{ Kg.}}{268,56 \text{ Kg.}} \times 100$$

% Humedad inicial del producto = 57,25 %

Porcentaje de la humedad final

% Humedad final del producto = $\frac{\text{Peso de agua de muestra seca}}{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{peso de agua}} \times 100$

% Humedad final del producto = $\frac{8,7 \text{ g. de agua}}{268,56 \text{ g.} - 145,06 \text{ g. de agua}} \times 100$

% Humedad final del producto = 7,04 %

Perdida de humedad

XT = Peso inicial de agua – Perdida de humedad

Cuadro N° 19
Pérdida de humedad (XT)

Tiempo (h)	XT	Pérdida de humedad	Humedad total (Kg de agua)
0	153,76	0	153,76
15	153,76	9,78	143,98
30	153,76	17,49	136,27
45	153,76	28,11	125,65
60	153,76	37,76	116
75	153,76	46,56	107,2
90	153,76	56,16	97,6
105	153,76	72	81,76
120	153,76	79,24	74,52
135	153,76	86,68	67,08
150	153,76	95,5	58,26
165	153,76	103,56	50,2
180	153,76	108,56	45,2
195	153,76	112,8	40,96
210	153,76	115,33	38,43
225	153,76	119,07	34,69
240	153,76	121,23	32,53
255	153,76	124,74	29,02
270	153,76	126,87	26,89
285	153,76	129,5	24,26
300	153,76	133,45	20,31
315	153,76	136,16	17,6
330	153,76	139,13	14,63
345	153,76	142,96	10,8
360	153,76	145,06	8,7
375	153,76	146,82	6,94
390	153,76	149,02	4,74
405	153,76	151,49	2,27
420	153,76	152,25	1,51
435	153,76	153,12	0,64
450	153,76	153,16	0,6
465	153,76	153,56	0,2
480	153,76	153,76	0

Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Contenido de humedad (x)

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Humedad total}}{\text{Masa total seca}}$$

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{g de agua}}{\text{g. de muestra seca}}$$

$$\text{Contenido medio de humedad} = \frac{X_1}{\text{Muestra seca}}$$

Cuadro N° 20**Contenido medio de humedad**

Tiempo(h)	X	Pérdida de humedad (Kg Agua/Kg MS)	Contenido medio de (Kg Agua/Kg MS)
0	153,76	0	0
15	153,76	1,339	0,085
30	153,76	1,254	0,067
45	153,76	1,187	0,093
60	153,76	1,095	0,084
75	153,76	1,010	0,077
90	153,76	0,934	0,084
105	153,76	0,850	0,138
120	153,76	0,712	0,063
135	153,76	0,649	0,065
150	153,76	0,584	0,077
165	153,76	0,507	0,070
180	153,76	0,437	0,044
195	153,76	0,394	0,037
210	153,76	0,357	0,022
225	153,76	0,335	0,033
240	153,76	0,302	0,019
255	153,76	0,283	0,031
270	153,76	0,253	0,019
285	153,76	0,234	0,023
300	153,76	0,211	0,034
315	153,76	0,177	0,024
330	153,76	0,153	0,026
345	153,76	0,127	0,033
360	153,76	0,094	0,018
375	153,76	0,076	0,015
390	153,76	0,060	0,019
405	153,76	0,041	0,022
420	153,76	0,020	0,007
435	153,76	0,013	0,008
450	153,76	0,006	0,000
465	153,76	0,005	0,003
480	153,76	0,002	0,000

Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Velocidad de secado

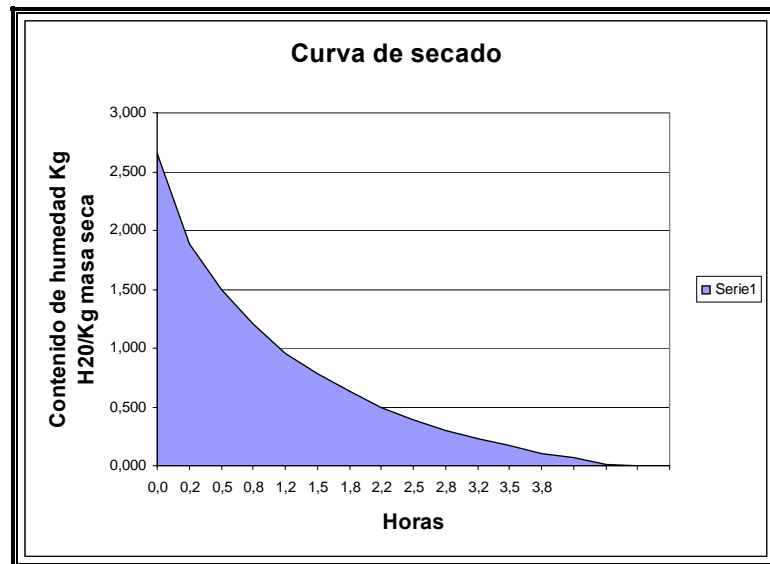
$$\text{Velocidad de secado} = \frac{X_{T_1} - X_{T_2}}{T * A}$$

Cuadro N° 21
Velocidad de secado

Tiempo medio(h)	X	FORMULA	Velocidad de secado g. H ₂ O/h m ²
0	V1	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0
0,125	V2	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	43,71
0,375	V3	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	11,49
0,625	V4	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	9,49
0,875	V5	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	6,16
1,125	V6	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	4,37
1,375	V7	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	3,90
1,625	V8	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	5,45
1,875	V9	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	2,16
2,125	V10	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	1,96
2,375	V11	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	2,07
2,625	V12	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	1,72
2,875	V13	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,97
3,125	V14	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,76
3,375	V15	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,42
3,625	V16	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,58
3,875	V17	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,31
4,125	V18	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,48
4,375	V19	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,27
4,625	V20	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,32
4,875	V21	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,45
5,125	V22	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,30
5,375	V23	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,31
5,625	V24	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,38
5,875	V25	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,20
6,125	V26	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,16
6,375	V27	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,19
6,625	V28	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,21
6,875	V29	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,06
7,125	V30	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,07
7,375	V31	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,00
7,625	V32	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,03
7,875	V33	(X _{T₁} - X _{T₂}) / T * A	0,01

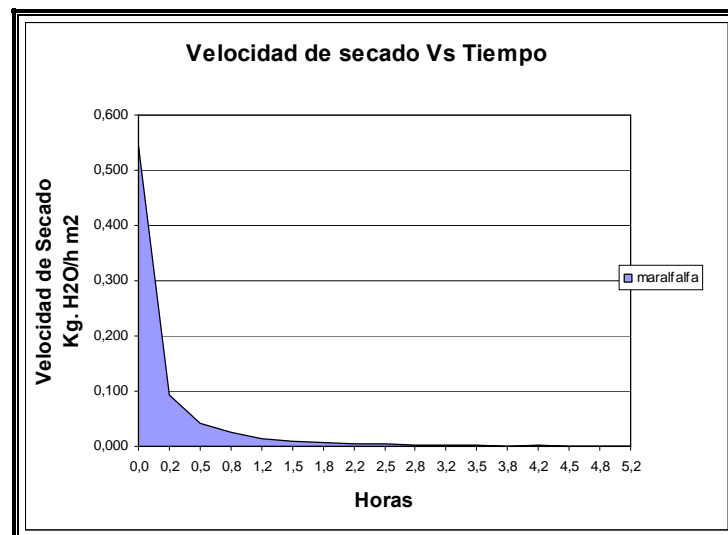
Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Gráfico N° 10



Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Gráfico N° 11



Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Tiempo teórico de secado

$$\theta_2 = \frac{S}{A} \int_{x1}^{xf} \frac{dx}{dw}$$

$$\theta_2 = \frac{S}{A} \times \text{área bajo la curva}$$

$$\text{Área bajo la curva} = \frac{S}{A} (X_c - X_2) \left\{ \frac{1}{W_1/2} + \frac{1}{W_2} + \frac{1}{W_3} + \frac{1}{W_4/2} \right\}$$

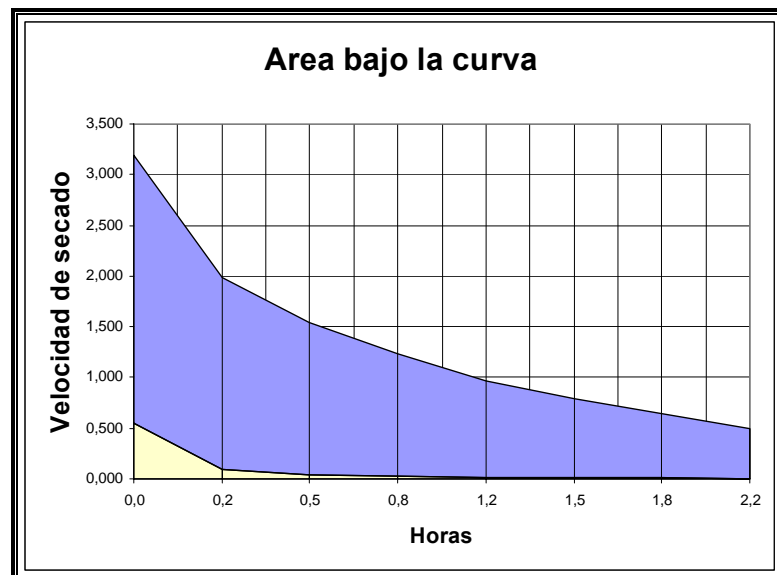
$$\theta_2 = \frac{0.2126 \text{ Kg MS}}{1.79 \text{ m}^2} \times (2.65 - 0.104) \left\{ \frac{1}{0.2381/2} + \frac{1}{0.1508} + \frac{1}{0.037/2} \right\}$$

$$\theta_2 = 0.119 \times (2.546) \times (7.59)$$

$$\theta_2 = 2.3 \text{ h}$$

Tiempo Práctico de secado = 2.3 Horas

Gráfico N° 13



Fuente: Jaramillo, Holger / UTE 2008

Diseño de encuesta aplicada

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ENCUESTA DE ACEPTACION

BEBIDA LACTEA A BASE DE CAMOTE ENRIQUECIDA CON SOYA

La siguiente encuesta tiene la finalidad de analizar y determinar cual va a ser la mejor mezcla camote soya recomendada para la elaboración de la bebida.

Por favor degustar las diferentes muestras de bebidas lácteas y califique el producto según la numeración que corresponda a cada término descriptivo colocado al final de esta hoja.

ESTUDIANTE DOCENTE

Marque con el número que crea correspondiente.

1= Malo 2= Bueno 3= Excelente

Mezcla	Sabor	Color	Olor	Textura
30C/60S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30C/30S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60C/30S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACION

250ml

CAMOLAC




7 865432 665410

\$0,50

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tamaño de la porción	100ml
Contenido de envase	250ml
Porciones por envase	2,5

Cantidad por porción
Calorías totales: 87,5

Grasa total	4%
Carbohidratos totales	16%
Fibra	0,36%
Sodio	0%
Proteína	4,9%

Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

Ingredientes: Harina de cañoca, leche de leche, azúcar, leche en polvo, canela, bicarbonato de sodio.

Nombre en refrigeración (°C)

FABRICADO POR INDUSTRIAS SALINAS S.A.
RUE 1 VÍA SANTA BÁRBARA
LA CONCORDIA - ECUADOR

REG. SANE. 3463 - INCIAN 887

CAMOLAC




ENVASE REUSABLE



250ml

250ml

CAMOLAC




7 865432 665410

\$0,50

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tamaño de la porción	100ml
Contenido de envase	250ml
Porciones por envase	2,5

Cantidad por porción
Calorías totales: 87,5

Grasa total	4%
Carbohidratos totales	16%
Fibra	0,36%
Sodio	0%
Proteína	4,9%

Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

Ingredientes: Harina de cañoca, leche de leche, azúcar, leche en polvo, canela, bicarbonato de sodio.

Nombre en refrigeración (°C)

FABRICADO POR INDUSTRIAS SALINAS S.A.
RUE 1 VÍA SANTA BÁRBARA
LA CONCORDIA - ECUADOR

REG. SANE. 3463 - INCIAN 887

CAMOLAC





ENVASE REUSABLE



250ml

250ml

CAMOLAC




7 865432 665410

\$0,50

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tamaño de la porción	100ml
Contenido de envase	250ml
Porciones por envase	2,5

Cantidad por porción
Calorías totales: 87,5

Grasa total	4%
Carbohidratos totales	16%
Fibra	0,36%
Sodio	0%
Proteína	4,9%

Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.



Ingredientes: Harina de cañoca, leche de leche, azúcar, leche en polvo, canela, bicarbonato de sodio.

Nombre en refrigeración (°C)


FABRICADO POR INDUSTRIAS SALINAS S.A.
RUE 1 VÍA SANTA BÁRBARA
LA CONCORDIA - ECUADOR

REG. SANE. 3463 - INCIAN 887

CAMOLAC

ENVASE REUSABLE



250ml

250ml

CAMOLAC




7 865432 665410

\$0,50

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Tamaño de la porción	100ml
Contenido de envase	250ml
Porciones por envase	2,5

Cantidad por porción
Calorías totales: 87,5

Grasa total	4%
Carbohidratos totales	16%
Fibra	0,36%
Sodio	0%
Proteína	4,9%

Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

Ingredientes: Harina de cañoca, leche de leche, azúcar, leche en polvo, canela, bicarbonato de sodio.

Nombre en refrigeración (°C)

FABRICADO POR INDUSTRIAS SALINAS S.A.
RUE 1 VÍA SANTA BÁRBARA
LA CONCORDIA - ECUADOR

REG. SANE. 3463 - INCIAN 887

CAMOLAC




ENVASE REUSABLE



250ml

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL
 " LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ - SANTO DOMINGO "



INFORME DE ANALISIS DE ALIMENTO Nº 45 -310

Solicitante : Sr. Holger Jaramillo
 Identificación : CCAM - 41/ 45
 Tipo de muestra : Leche enriquecida
 Formulación : (harina de : soya, camote, azúcar, chocolate)
 Número de muestras recibidas : (2) unidades de aprox. 400 g
 Fecha de elaboración : 24 de febrero del 2010
 Fecha de recepción : 24 de febrero del 2010
 Fecha de análisis : 24 de febrero y 11 de marzo del 2010
 Método de conservación : refrigeración
 Descripción del envase : envase de vidrio
 Descripción del proceso : Pasteurización

EXAMEN ORGANOLEPTICO

PARAMETRO	RESULTADO 1 (24-02-10)	RESULTADO 2 (11-03-10)
Consistencia	Producto homogéneo	Producto homogéneo
Olor y sabor	Característico	Característico
Color	blanco	Blanco

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETRO	RESULTADO		METODO
	1	2	
Coliformes totales (u.f.c / ml)	< 1	12	Petrifilm
Coliformes fecales (NMP / ml)	< 1	< 1	Petrifilm
Investigación de estafilococcus aureus (colonias / ml)	< 1	< 1	Petrifilm
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos (u.f.c. / ml)	22	600	Estándar methods
Recuento de mohos y levaduras (u.p.c./ ml)	10	78	Estándar methods

La muestra analizada no contiene bacterias patógenas

ATENTAMENTE


 Dr. Javier Casaguan
 ANALISTA
 CONV. MUNI-I.N.H

c. archivo

NOTA: Prohibida su reproducción y utilización parcial

I.N.H TELEFAX 2750-716

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
 CAMPUS ARTURO RUIZ MORA SANTO DOMINGO



REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. HILGER JARAMILLO
 TIPO DE MUESTRA: SECADO DE CAROTE
 DIRECCION: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
 IDENTIFICACION: 1 - 3
 FECHA DE INGRESO: 1/06/2010
 FECHA DE ENTREGA: 22/06/2010

RESULTADOS :

No DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD		CENIZA		GRASA		PROTEINA		FIBRA		E.L.M.N		ENERGIA KCAL/kgmtr
		%	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%	°C	
1	60°C	12.00		2.60		1.76		1.2		3.42		79.0		141.4
2	70°C	12.00		2.55		0.94		1.2		3.52		79.8		132.0
3	80°C	12.00		2.56		0.27		0.6		4.10		80.5		88.4

E.L.M.N elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 103°C
CENIZA Muffle -mchierado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica

ING. YELISA B. URBANO
 JEFE LABORATORIO DE QUIMICA





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLÓGICO

SOLICITANTE: SR. HOLGER JARAMILLO
TIPO DE MUESTRA: FORMULACION DE LA BEBIDA LACTEA
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
IDENTIFICACIÓN: 1 - 3
FECHA DE INGRESO: 1/06/2010
FECHA DE ENTREGA: 22/06/2010

RESULTADOS:

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	GRASA		PROTEINA		FIBRA		E.L.N.		ENERGIA KCAL/100gr
		%		%		%		%		
1	LECHE	3.30		3.3		0.00		6.5		610.0
2	HARINA DE CAMOTE	0.27		1.22		3.42		80.4		3250.0
3	LECHE DE SOYA	18.60		35.9		5.00		15.8		2500.0
4	AZUCAR	0.00		2.0		0.00		95.5		995.0
5	LECHE EN POLVO	27.00		27.0		0.00		0.0		0.0
6	CHOCOLATE	3.33		6.7		0.00		66.7		333.3

E.L.N. Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufa incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-clásica

ING. ELSA BURBANO
JEFE LABORATORIO DE QUIMICA



LABORATORIO DE QUIMICA
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. HOLGER JARAMILLO
TIPO DE MUESTRA: HARINA DE CAMOTE
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
IDENTIFICACIÓN: 1 - 3
FECHA DE INGRESO: 1/06/2010
FECHA DE ENTREGA: 22/06/2010

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD		CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N		ENERGIA
		%	%					%	%	
1	HARINA DE CAMOTE	12.00	2.56	0.27	1.22	3.42	80.4	131.3		

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufia-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica



LABORATORIO DE QUÍMICA
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA

ING. ELSA BURBANO
JEFE LABORATORIO DE QUIMICA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. HOLGER JARAMILLO
TIPO DE MUESTRA: BEBIDA LACTEA DE HARINA DE CAMOTE
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
IDENTIFICACIÓN: 1 - 3
FECHA DE INGRESO: 8/8/2010
FECHA DE ENTREGA: 12/8/2010

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	pH	BRIX %	GRASA %	PROTEINA %	ACIDEZ		DENSIDAD gr/ml
						%		
1	T1R1	5.90	21.8	0.10	5.82	0.30		1.06
2	T1R2	5.96	21.15	0.10	6.13	0.23		1.044
3	T1R3	5.98	21.2	0.10	6.15	0.22		1.043

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufla-incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica



ING/ ELSA BURBANO
JEFE LABORATORIO DE QUIMICA

LABORATORIO DE QUIMICA
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA