



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA
PROCESADORA DE GRANOS SECOS DE LA ASOCIACIÓN
UNOPAC UBICADA EN LA PARROQUIA AYORA, CAYAMBE-
ECUADOR**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA DE
ALIMENTOS**

KARINA LIZETH ANDRADE MORENO

DIRECTORA: ING. TATIANA QUINTANA, MSc.

Quito, Agosto, 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720917408
APELLIDO Y NOMBRES:	Andrade Moreno Karina Lizeth
DIRECCIÓN:	Conocoto, La Salle, Hno. Miguel, N 38
EMAIL:	Kariandrademoreno@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2349708
TELÉFONO MÓVIL:	0983984554

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de la línea de producción de la planta procesadora de granos secos de la asociación UNOPAC ubicada en la parroquia Ayora, Cayambe-Ecuador.
AUTORA:	Karina Lizeth Andrade Moreno
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO:	7 de agosto, 2017
DIRECTORA DEL PROYECTO:	Ing. Tatiana Quintana
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera de Alimentos
RESUMEN:	<p>La Federación de Organizaciones Populares Ayora Cayambe UNOPAC, es una PYME que se encarga del procesamiento artesanal de granos secos para la obtención de harinas, siendo su principal producto el uchujacu, el cual es una mezcla de 6 harinas: arveja, cebada, haba, maíz, lenteja y trigo. El objetivo del presente trabajo de titulación fue diseñar la línea de producción del uchujacu, ya que la UNOPAC no cuenta con procesos estandarizados para la obtención del producto en mención. Para esto, se realizó un diagnóstico de la situación inicial por medio del levantamiento del proceso junto con un balance másico del mismo, posteriormente se definió la línea de producción, donde se estableció</p>

	<p>especificaciones técnicas del proceso como del producto terminado, tomando en cuenta información bibliográfica sobre productos similares. A continuación, se realizó balances másicos y energéticos del proceso propuesto y se finalizó con un análisis comparativo de la capacidad instalada y real de la planta de la UNOPAC. Como resultado del diagnóstico, se identificó que la UNOPAC tiene un rendimiento del 79%, provocado principalmente por desperdicios en materia prima, maquinaria sin uso, personal sin adiestramiento, actividades no definidas en el proceso y tiempos de producción excesivos. A partir de estos resultados se diseñó la línea de producción, donde se definieron actividades, indicadores y controles de producción y especificaciones del producto terminado, dando como resultado un rendimiento del flujo másico del 95 %.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>pyme, uchujacu, diseño, producción, balance másico, energético, rendimiento, capacidad.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The Federation of Popular Organizations Ayora Cayambe, (UNOPAC) is an SME that handles the processing of dry grains for the production of flour. Its main product is uchujacu, which is a mixture of six flours: peas, barley, broad bean, corn, lentil, and wheat. The objective of the present titling work was to design the uchujacu production line, since UNOPAC does not have standardized processes to obtain the mentioned product. For this reason, a diagnosis of the initial situation was made by means of the lifting of the process along with a mass balance of the same, later the production line was defined, where technical specifications of the process as</p>

	<p>of the finished product were established taking into account bibliographical information on similar products. Subsequently, energy and mass balances were carried out for the proposed process and finalized with a comparative analysis of the installed and actual capacity of the UNOPAC plant. As a result of the diagnosis, it was identified that UNOPAC has a yield of 79 percent, mainly caused by raw material waste, unused machinery, personnel without training, undefined activities in the process and excessive production times. From these results, the production line was designed, where activities, indicators and production controls and specifications of the finished product were defined, resulting in a mass flow rate of 95 percent.</p>
KEYWORDS	sme, uchujacu, design, production, mass balance, energy, productivity, capacity

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f:  _____
ANDRADE MORENO KARINA LIZETH
172091740-8

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, ANDRADE MORENO KARINA LIZETH, C.I. 1720917408 autora del proyecto titulado: DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE GRANOS SECOS DE LA ASOCIACIÓN UNOPAC UBICADA EN LA PARROQUIA AYORA, CAYAMBE-ECUADOR previo a la obtención del título de INGENIERA DE ALIMENTOS en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Quito, 7 de agosto del 2017

f: 
ANDRADE MORENO KARINA LIZETH
1720917408



FEDERACIÓN DE ORGANIZACIONES POPULARES DE AYORA - CAYAMBE "UNOPAC"

Acuerdo Ministerial N° 000877 del 13 de Mayo de 1993

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Antonio Chico Achinia, con cédula de identidad N.- 1712571437 en calidad de Presidente de la Organización UNOPAC autorizo a Andrade Moreno Karina Lizeth, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE GRANOS SECOS DE LA ASOCIACIÓN UNOPAC UBICADA EN LA PARROQUIA AYORA, CAYAMBE-ECUADOR." basada en la información proporcionada por la organización.


Chico Achinia Luis Antonio

1712571437

Teléfono: 2138460- 2138455 - unopac@hotmail.com

DECLARACIÓN

Yo ANDRADE MORENO KARINA LIZETH, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Andrade Moreno Karina Lizeth

C.I. 172091740-8



FEDERACIÓN DE ORGANIZACIONES POPULARES DE AYORA - CAYAMBE "UNOPAC"

Acuerdo Ministerial N° 000877 del 13 de Mayo de 1993

CARTA DE AVAL DE LA EMPRESA

Yo, Luis Antonio Chico Achinia, con cédula de identidad N.- 1712571437 en calidad de Presidente de la Organización UNOPAC certifico que la Srta. Andrade Moreno Karina Lizeth, realizó su trabajo de titulación con el tema "DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE GRANOS SECOS DE LA ASOCIACIÓN UNOPAC UBICADA EN LA PARROQUIA AYORA, CAYAMBE-ECUADOR.", por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la organización. Lo resultados del trabajo se entregaron el día 21 de abril de 2017.

Chico Achinia Luis Antonio

1712571437

Teléfono: 2138460- 2138455 - unopac@hotmail.com

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE GRANOS SECOS DE LA ASOCIACIÓN UNOPAC UBICADA EN LA PARROQUIA AYORA, CAYAMBE-ECUADOR", que, para aspirar al título de INGENIERA DE ALIMENTOS fue desarrollado por ANDRADE MORENO KARINA LIZETH, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



ING. TATIANA QUINTANA
DIRECTORA DEL TRABAJO
C.I. 050297631-9

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme estar en esta etapa de la vida con todas las cosas buenas y no tan buenas que trae y hacen de ella algo maravilloso.

Mis padres, Lucía Moreno y Danilo Andrade, por ser el motor de mi vida, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Por formarme y educarme con valores y principios. Les agradezco por el esfuerzo diario para que no me falte nada, por brindarme su amor y enseñarme a no rendirme, por darme fuerzas para continuar. Ustedes son mi fuente de inspiración, mi ejemplo. Me faltará vida para agradecerles.

Mi hermana, Sandra, gracias por escucharme, por apoyarme, por sus consejos, que me ayudan a ver la vida desde otra perspectiva. Mi cuñado, David Sarmiento, por ser... mi hermano, gracias por escucharme y por darme palabras de aliento. Gracias por ser... increíble. Gracias a los dos por ser mis segundos padres. Mi sobrina Salomé, por darme alegría cuando más he necesitado.

To Dennis and Maria, who have been angels. Love you both very much. You have been a guide to do things right.

A mi amor, Ricardo, que me da trayectoria en cada paso y con quien soy muy feliz. Gracias por todo.

Mi universidad, Universidad Tecnológica Equinoccial por formarme y educarme en excelencia, valores y principios. A mis profesores, gracias por su tiempo, apoyo, dedicación y por los conocimientos impartidos para el desarrollo de mi formación profesional.

De corazón... gracias a todos los que han hecho posible que este sueño con esfuerzo se haga realidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	8
2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA	8
2.2. DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UCHUJACU	8
2.3. BALANCES MÁSICOS Y ENERGÉTICOS PROPUESTOS	9
2.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y REAL	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA.	11
3.1.1. LAYOUT INICIAL DE LA PLANTA DE LA UNOPAC	11
3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN: UCHUJACU	12
3.1.2.1. Procesos para la obtención de uchujacu	13
3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	15
3.1.4. BALANCE MÁSICO DIAGNÓSTICO DE ELABORACIÓN DE UCHUJACU	16
3.1.4.1. Balance másico: proceso 1: Recepción de materia prima	18
3.1.4.2. Balance másico proceso 2: 1era limpieza (Trigo, cebada)	19
3.1.4.3. Balance másico proceso 3: Tostado (Maíz, arveja, cebada, trigo, haba)	19
3.1.4.4. Balance másico proceso 4: Enfriamiento (Maíz, arveja, cebada, trigo y haba)	20
3.1.4.5. Balance másico proceso 5: 2da limpieza (trigo y cebada) 1era limpieza (maíz, arveja, haba)	20
3.1.4.6. Balance másico proceso 6: Mezclado	21
3.1.4.7. Balance másico proceso 7: Molienda	21
3.1.4.8. Balance másico proceso 8: Almacenamiento	21
3.1.4.9. Balance másico proceso 9: Tamizado	22
3.1.4.10. Balance másico proceso 10: Envasado	22
3.1.4.11. Balance másico proceso 11: Sellado	22
3.1.4.12. Balance másico proceso 12: Almacenamiento	23
3.1.5. CONSUMO ELÉCTRICO	23
3.2. DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	24

3.2.1.	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	24
3.2.1.1.1.	Manejo de la fórmula de materias primas	25
3.2.2.	PROPUESTA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	25
3.2.3.	LAYOUT DE LA PLANTA PROPUESTO	29
3.2.4.	CONTROLES DEL PRODUCTO EN PROCESO	29
3.3.	BALANCES MÁSICOS Y ENERGÉTICOS PROPUESTOS	30
3.3.1.	BALANCES MÁSICOS PROPUESTOS	30
3.3.1.1.	Balance másico propuesto proceso 10: Almacenamiento	31
3.3.1.2.	Balance másico propuesto proceso 9: Envasado	31
3.3.1.3.	Balance másico propuesto proceso 8: Tamizado	32
3.3.1.4.	Balance másico propuesto proceso 7: Molienda	32
3.3.1.5.	Balance másico propuesto proceso 6: Mezclado	33
3.3.1.6.	Balance másico 5: Enfriamiento	33
3.3.1.7.	Balance másico de la propuesta: proceso 4: Tostado	34
3.3.1.8.	Balance másico de la propuesta: proceso 3: Limpieza	34
3.3.1.9.	Balance másico 2: Almacenamiento	35
3.3.1.10.	Balance másico 1: Recepción de materias primas	35
3.3.1.11.	Resumen balances másicos	36
3.3.2.	BALANCES ENERGÉTICOS PROPUESTOS	37
3.3.2.1.	Balance energético propuesto en proceso 4	37
3.3.2.2.	Consumo de energía eléctrica propuesto	38
3.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO: CAPACIDAD INSTALADA Y REAL	39
3.4.1.	CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA	39
3.4.2.	CAPACIDAD DE LA PLANTA	40
3.4.3.	CAPACIDAD EFECTIVA	40
3.4.4.	CAPACIDAD REAL	41
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1.	CONCLUSIONES	43
4.2.	RECOMENDACIONES	44
5.	BIBLIOGRAFÍA	45
6.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Referencias para la definición del producto uchujacu	9
Tabla 2. Descripción de las máquinas de la UNOPAC	15
Tabla 3. Codificación del diagrama caja negra de elaboración de uchujacu (Réplica 1)	18
Tabla 4. Resultados del proceso 1 de diagnóstico	18
Tabla 5. Resultados del proceso 2 de diagnóstico	19
Tabla 6. Humedades iniciales de los granos de interés	19
Tabla 7. Resultados del proceso 3 de diagnóstico	19
Tabla 8. Resultados del proceso 4 de diagnóstico	20
Tabla 9. Resultados del proceso 5 de diagnóstico	20
Tabla 10. Resultados del proceso 6 de diagnóstico	21
Tabla 11. Resultados del diagnóstico los procesos 7 al 12	23
Tabla 12. Requisitos estandarizados del producto uchujacu	24
Tabla 13. Proporción de las materias primas para obtención de uchujacu	25
Tabla 14. Codificación del diagrama de caja negra.	31
Tabla 15. Resumen de entradas y salidas de la propuesta de los procesos 10-7	32
Tabla 16. Composición (%) y resultados del balance del proceso 6	33
Tabla 17. Resultados del balance de la propuesta: proceso 5	34
Tabla 18. Resultados del balance del proceso 4	34
Tabla 19. Resultados del balance de la propuesta: proceso 3	35
Tabla 20. Resultados del balance de la propuesta: proceso 2	35
Tabla 21. Resultados del balance de la propuesta: proceso 1	36
Tabla 22. Consumo de energía GLP para el balance propuesto en proceso 4	38
Tabla 23. Tiempo de procesamiento de la cantidad propuestas en el balance másico	38
Tabla 24. Consumo eléctrico por cantidad procesada diaria y mensual	38
Tabla 25. Capacidad de las máquinas instaladas en UNOPAC	39
Tabla 26. Capacidad de la planta de la UNOPAC	40
Tabla 27. Capacidad efectiva de las máquinas instaladas en UNOPAC	40
Tabla 28. Comparación entre la capacidad real del diagnóstico y la propuesta	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Layout inicial de la planta de la UNOPAC	11
Figura 2. Proceso de elaboración de uchujacu inicial	12
Figura 3. Diagrama de caja negra de la elaboración inicial de uchujacu (Réplica 1)	17
Figura 4. Representación del proceso 1 de diagnóstico	18
Figura 5. Representación del proceso 2 de diagnóstico	19
Figura 6. Representación del proceso 3 de diagnóstico	19
Figura 7. Representación del proceso 4 de diagnóstico	20
Figura 8. Representación del proceso 5 de diagnóstico	20
Figura 9. Representación del proceso 6 de diagnóstico	21
Figura 10. Representación del proceso 7 de diagnóstico	21
Figura 11. Representación del proceso 8 de diagnóstico	22
Figura 12. Representación del proceso 9 de diagnóstico	22
Figura 13. Representación del proceso 10 de diagnóstico	22
Figura 14. Representación del proceso 11 de diagnóstico	23
Figura 15. Representación del proceso 12 de diagnóstico	23
Figura 16. Consumo en kWh para el 2015 de la UNOPAC	24
Figura 17. Diagrama de flujo para elaboración de uchujacu	28
Figura 18. Layout propuesto y actividades para la elaboración de uchujacu	29
Figura 19. Diagrama de caja negra de la propuesta de elaboración del uchujacu	30
Figura 20. Representación gráfica de la propuesta: proceso 10	31
Figura 21. Representación gráfica de la propuesta: proceso 9	31
Figura 22. Representación gráfica de la propuesta: proceso 8	32
Figura 23. Representación gráfica de la propuesta: proceso 7	32
Figura 24. Representación gráfica de la propuesta: proceso 6	33
Figura 25. Representación gráfica de la propuesta: proceso 5	33
Figura 26. Representación gráfica de la propuesta: proceso 4	34
Figura 27. Representación gráfica de la propuesta: proceso 3	35
Figura 28. Representación gráfica de la propuesta: proceso 2	35
Figura 29. Representación gráfica de la propuesta: proceso 1	35
Figura 30. Diagrama de flujo del balance másico propuesto	36
Figura 31. Representación gráfica del balance energético en el proceso 4	37
Figura 32. Punto de equilibrio para la planta de UNOPAC	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. Cuestionario pre codificado de diagnóstico	48
ANEXO 2. Datos obtenidos de los balances de diagnóstico por triplicado	52
ANEXO 3. Características físicas y químicas de las materias primas	53
ANEXO 4. Requisitos de las materias primas	54
ANEXO 5. Tablas propuestas de control del producto	55
ANEXO 6. Tabla de relación de actividades	57
ANEXO 7. Calor específico de los granos de interés	58
ANEXO 8. Precedentes para el punto de equilibrio	59

RESUMEN

La Federación de Organizaciones Populares Ayora Cayambe UNOPAC, es una PYME que se encarga del procesamiento artesanal de granos secos para la obtención de harinas, siendo su principal producto el uchujacu, el cual es una mezcla de 6 harinas: arveja, cebada, haba, maíz, lenteja y trigo. El objetivo del presente trabajo de titulación fue diseñar la línea de producción del uchujacu, ya que la UNOPAC no cuenta con procesos estandarizados para la obtención del producto en mención. Para esto, se realizó un diagnóstico de la situación inicial por medio del levantamiento del proceso junto con un balance másico del mismo, posteriormente se definió la línea de producción, donde se estableció especificaciones técnicas del proceso como del producto terminado, tomando en cuenta información bibliográfica sobre productos similares. A continuación, se realizó balances másicos y energéticos del proceso propuesto y se finalizó con un análisis comparativo de la capacidad instalada y real de la planta de la UNOPAC. Como resultado del diagnóstico, se identificó que la UNOPAC tiene un rendimiento del 79%, provocado principalmente por desperdicios en materia prima, maquinaria sin uso, personal sin adiestramiento, actividades no definidas en el proceso y tiempos de producción excesivos. A partir de estos resultados se diseñó la línea de producción, donde se definieron actividades, indicadores y controles de producción y especificaciones del producto terminado, dando como resultado un rendimiento del flujo másico del 95 %.

Palabras clave: pyme, uchujacu, diseño, producción, balance másico, energético, rendimiento, capacidad.

ABSTRACT

The Federation of Popular Organizations Ayora Cayambe, (UNOPAC) is an SME that handles the processing of dry grains for the production of flour. Its main product is uchujacu, which is a mixture of six flours: peas, barley, broad bean, corn, lentil, and wheat. The objective of the present titling work was to design the uchujacu production line, since UNOPAC does not have standardized processes to obtain the mentioned product. For this reason, a diagnosis of the initial situation was made by means of the lifting of the process along with a mass balance of the same, later the production line was defined, where technical specifications of the process as of the finished product were established taking into account bibliographical information on similar products. Subsequently, energy and mass balances were carried out for the proposed process and finalized with a comparative analysis of the installed and actual capacity of the UNOPAC plant. As a result of the diagnosis, it was identified that UNOPAC has a yield of 79 percent, mainly caused by raw material waste, unused machinery, personnel without training, undefined activities in the process and excessive production times. From these results, the production line was designed, where activities, indicators and production controls and specifications of the finished product were defined, resulting in a mass flow rate of 95 percent.

Key words: sme, uchujacu, design, production, mass balance, energy, productivity, capacity.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La UNOPAC es la Federación de Organizaciones Populares de Ayora-Cayambe, la cual está conformada por 11 comunidades que en total constituyen 900 socios (UNOPAC, 1992). Esta microempresa brinda soporte a las comunidades en diferentes aspectos como: capacidad de organización, mejoramiento de la elaboración de los productos agrícolas, industrialización de la producción, y desarrollo de nuevos emprendimientos. Cuentan con una planta para el procesamiento de granos secos y produce permanentemente la harina de uchujacu que es una receta tradicional del cantón Cayambe (El Comercio, 2013).

El uchujacu es una harina elaborada con 6 granos que son arveja, cebada, haba, lenteja, maíz y trigo además de los condimentos en diferentes proporciones. Cuenta con Registro Sanitario y Código de barras, que son requisitos legales para comerciar en empresas mayoristas. La demanda inicial para el año 2016 de la UNOPAC fue cercana a las 1100 unidades quincenales, que satisface tanto a clientes internos (900 productores) y externos (minoristas y mayoristas). Debido a la aceptación y demanda, la producción de la harina necesita tecnificarse y ampliarse.

La planta se maneja de manera artesanal, con procesos no definidos formalmente, sin embargo, tiene el objetivo de satisfacer la demanda actual de sus clientes y de un crecimiento empresarial en el corto plazo. Se ha identificado un problema principal: que no existen estándares en la línea productiva. La planta no tiene seguimiento ni registros de las etapas de la elaboración; además no están definidos: requerimientos de materias primas, requerimiento preciso de la capacidad energética, el requerimiento de maquinaria. Las especificaciones técnicas del producto final no están definidas, por lo tanto, no se expende un producto estandarizado.

La información existente sobre el uchujacu refiere a la definición del mismo y su importancia en la cultura cayambi. Por otro lado, debido a que la harina de uchujacu es una mezcla de granos determinada, que tiene tratamientos específicos, no existe una normativa técnica ecuatoriana que defina los requisitos, ni los parámetros para la elaboración de la harina en mención, por lo cual se realizó una investigación bibliográfica de los productos similares. Dentro de las normas ecuatorianas INEN, la harina pre-cocida de maíz es el producto con más semejanza en características finales. Pero se realizó una búsqueda bibliográfica de una harina con la que se pudo comparar no solamente características de producto terminado, sino también las características del proceso de obtención. Por lo cual se comparó la harina de uchujacu con la harina de la *Colada Educación Básica* distribuida por Pro

Alimentos (2014) que, si bien es cierto, la extrusión no es similar al tostado, tiene similitudes en las características del proceso y características finales del producto como la granulometría.

El uchujacu también se comparó con harinas no estandarizadas por el INEN que se elaboran con procesos artesanales. La Universidad Estatal del Bolívar diagnosticó y estandarizó la elaboración de las harinas para la fabricación de sucedáneos del pan, como: harina de maíz, harina de trigo nacional y harina de cebada (Moreno, 2015). Los procesos que se definieron para los productos mencionados fueron: recepción de materia prima, pesado, limpieza, selección, tostado o nixtamalizado, molido, pesado, tamizado, envasado y almacenamiento. La harina de maíz se diferencia por pasar por un proceso de nixtamalización, esto para la elaboración de la típica receta de tortillas de maíz. Por otro lado, la harina de maíz tostada pasa por un proceso de torrefacción. El rendimiento del proceso de la harina tostada es de 70 al 76 % con una humedad de la harina del 8.9 %. La harina de cebada que tiene un proceso de tostado con el fin de hacer las proteínas más digestibles tiene un rendimiento del 74, 80 y 75 % con una humedad de la harina de 5.6 a 6.7 %, dependiendo de la variedad de grano. La harina de trigo de acuerdo a Moreno (2015) no pasa por un proceso de tostado, y obtiene un rendimiento de la harina del 87 al 97 % con una humedad del 13 al 14 %.

Por otra parte, a nivel internacional, en las Islas Canarias la elaboración de una harina con los mismos ingredientes y la misma preparación que el uchujacu data desde hace siglos atrás y es conocido como gofio. Este es el producto hecho con todos o varios de estos cereales: lenteja, arveja, cebada, trigo, maíz y haba crudos, tostados y luego molidos (De Saja, 2001). De acuerdo a Caballero (2010), los emigrantes españoles traían consigo a lo que hoy es Latinoamérica el vocablo “gofio” como nombre de una preparación a base de mijo tostado y molido. Este producto es conocido en Puerto Rico, en Santo Domingo y en Cuba, donde le agregaban miel y lo llamaban pinol. Otros lugares en los que en la actualidad se encuentra son Argentina, Uruguay, Colombia, Venezuela, Cuba, Nicaragua y en Estados Unidos. Y en las últimas décadas el gofio se consume en algunos puntos de África como Mauritania y Senegal.

El gofio no cuenta con una normativa que defina las características del producto terminado en España (Caballero et al., 2006). Además, carece de normativa específica que regule los requisitos técnico-sanitarios de la industria. Por este motivo se rige bajo la norma para la elaboración, circulación y comercio de las harinas y otros productos de su molienda para consumo humano (Caballero, 2010).

En España existen una cantidad molinos dedicados a la producción del gofio que buscan preservar la receta como patrimonio. Las Islas Canarias son el principal productor y consumidor de la harina, y su gobierno (2013) identificó 40 molinos operativos para su producción en ese año. Además, se identificaron los diferentes tipos del producto donde el más elaborado es de millo, seguido de la mezcla de trigo, trigo y millo y, por último, los que son el resultado de composición de varios cereales (Gobierno de las Islas Canarias, 2013). La producción artesanal del gofio comparte similitudes con la producción del uchujacu, con la diferencia de que la UNOPAC no tiene competencia a nivel nacional.

La mayoría de las empresas productoras de gofio son artesanales, muy poco tecnificadas y con una gran necesidad de mano de obra por lo que se hace necesaria su modernización desde el punto de vista industrial y empresarial, una formación higiénico-sanitaria y la estandarización de los procesos con objeto de aumentar la rentabilidad. En estas empresas se evidenció la necesidad de recurrir a asesoramiento externo cuando se les exige requisitos de calidad ya que no se realiza conforme a la forma establecida en la normativa española (Caballero, 2010).

Los molinos de gofio en Canarias son, en la mayoría de los casos, pequeñas fábricas de más de 50 años de antigüedad. Su capacidad de adaptación a la incorporación de nuevas tecnologías en su proceso de producción ha dependido de la capacidad innovadora y de los recursos económicos de cada una de ellas. En gran cantidad de ocasiones sus propietarios son personas incapaces de adaptarse tanto a las modernas tecnologías como a los mercados, cada vez más competitivos. En la actualidad, en Canarias la mayoría de las empresas productoras de gofio son pequeñas industrias artesanales muy poco tecnificadas. La mayoría de las fábricas son industrias pequeñas, con poca capacidad de procesado, pues poseen un molino o dos molinos. Solamente un pequeño porcentaje de tiene tres, cuatro o cinco molinos. Estas industrias coinciden con la necesidad del uso de mayor tecnología en sus procesos de producción (Caballero, 2010).

La Asociación de productores de gofio en Canarias (2004), al considerar fundamental un asesoramiento sanitario, implantó un sistema de autocontrol basado en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) obligatorio. De este trabajo se obtuvo que todas las industrias en las que se intervino se adaptaron a las normativas en materia de seguridad e higiene de los alimentos mediante cuadros de registros en cada una de las fases de elaboración del gofio. Sin embargo, siguen existiendo algunos molinos de gofio que no han finalizado la aplicación. Los cambios introducidos fueron que la mayoría de las industrias sustituyeron los materiales por otros más higiénicos, la cuarta parte sustituyó la maquinaria obsoleta, modernizando las

instalaciones y adaptándolas a los requisitos de los procesos de producción y que la mitad de las mismas aplicaron una reducción en los plazos de tiempo intermedios en las fases de producción del gofio (Caballero, 2010).

El proceso de elaboración del gofio en las Islas Canarias es el siguiente: recepción de materia prima, almacenamiento de materia prima y de los envases, primera limpieza, tueste, enfriamiento, segunda limpieza y almacenamiento del cereal tostado, molturación, almacenamiento de gofio, expedición. En el proceso de elaboración los problemas que se presentan con frecuencia están relacionados con la manera artesanal con la que se manejan. No se tienen disponibles todas las materias primas o se utilizan cernideros en lugar de cribas mecánicas. Otro ejemplo es la maquinaria que en la gran mayoría de los casos es diseñada y construida en talleres locales y todas las tostadoras y molinos tienen características técnicas distintas. Los procesos de tostado y molido, están regulados únicamente por el molinero es decir que el funcionamiento de la maquinaria se controlada de forma manual. Además, en la mayoría de los molinos se requiere la mejora de las condiciones higiénicas de los locales (Caballero, 2010).

Las características de los procesos de molienda son similares a las del uchujacu. Las temperaturas alcanzadas en las tostadoras se encuentran en un rango de 150 a 200 °C. Son más comunes las tostadoras de tambor doble, que las tostadoras de tambor simple, por el mejor rendimiento que tienen. Pero la elección depende de las variedades y del tamaño de grano que use el molino, e influyen el giro y la temperatura de la misma. El proceso de enfriamiento de las plantas es de 24 horas y es forzado por aireación. La segunda limpieza, es decir después de la molienda, es obligatorio para eliminar los productos quemados. Los molinos que utilizan son de piedra horizontal. El tamaño de partícula depende del grado de molturación que el molinero desee darle al gofio, pudiendo ser gofio rolado cuando la sensación táctil del gofio es bastante gruesa o gofio fino cuando las partículas son muy pequeñas y suaves al tacto. Y finalmente el color del producto final depende del tipo de gofio que se desea elaborar, del cereal empleado y del tostado del cereal antes de la molienda que es más oscura si el tueste es más intenso (Caballero y col, 2001).

Las plantas o molinos dedicados a elaborar productos similares al uchujacu como el gofio en España, tienen la necesidad de estandarizar sus operaciones y tecnificar sus instalaciones debido a la calidad constante que se desea que presenten sus productos, los requisitos técnicos y sanitarios que se les exige y los rendimientos que pueden generarse (Caballero y col, 2001).

La hipótesis fue que se puede realizar el diseño de la línea de elaboración de un producto nuevo partiendo de los procesos artesanales ya establecidos por

la organización, que a su vez es una receta ancestral, donde los subprocesos se caracterizan de acuerdo a otras investigaciones de productos similares. No se deriva de trabajos anteriores, sino que se realiza como respuesta a la necesidad de mantener la receta ancestral e industrializarla.

El actual trabajado titulado “Diseño de la línea de producción de la planta procesadora de granos secos de la planta de la asociación UNOPAC ubicada en la parroquia Ayora, Cayambe-Ecuador” tiene como objetivos realizar un diagnóstico inicial de la planta, diseñar la línea de producción y de la misma realizar los balances másicos y energéticos y analizar las capacidades instaladas y utilizadas.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA

El diagnóstico de la situación inicial de la planta procesadora de granos ubicada en Ayora-Cayambe se realizó a través de visitas *in situ*.

En la primera visita se buscó obtener un panorama general gracias a una observación directa. En la segunda visita, el trabajo de campo consistió en aplicar un cuestionario que se puede observar como Anexo 1 al presidente de la organización y a la persona encargada de la planta con el fin de obtener información sobre el layout con el flujo de producción y la maquinaria disponible.

En las siguientes visitas, se levantó el proceso de elaboración del producto uchujacu. Se realizó la descripción de las actividades y la toma de datos de pesos de las cantidades que ingresan y salen de las diferentes actividades, los datos fueron tomados por triplicado. Debido a la variabilidad entre los tres procesos de elaboración levantados, para la parte cuantitativa, se analizó el resultado del primer proceso de elaboración de uchujacu mediante balances másicos.

2.2. DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL UCHUJACU

Las características del producto final que la empresa deseaba mantener se utilizaron como base para la estandarización del producto terminado. En primera instancia se determinaron las características y requisitos mínimos teóricos que debe cumplir el producto de acuerdo a normativas de los productos análogos como se muestran en la Tabla 1. Para determinar el color se tomaron muestras de uchujacu y se definieron de acuerdo a la escala de Munsell. Por otra parte, la formulación se definió de acuerdo a la receta ancestral manejada por la UNOPAC.

Tabla 1. Referencias para la definición del producto uchujacu

Característica	Fuente/Norma
Humedad	(Pro alimentos, 2014)
Tamaño de partícula	(Pro alimentos, 2014)
Color	(Danish Standard, 2011)
Sabor	Requisito UNOPAC
Consistencia	Requisito UNOPAC
Presentación	Requisito UNOPAC
Envase	Requisito UNOPAC
Almacenamiento	(Pro alimentos, 2014)
Duración	(Pro alimentos, 2014)

De igual manera, para la definición del proceso de elaboración, se utilizaron los procesos artesanales identificados en el diagnóstico como base para la estandarización, más los parámetros del proceso de obtención de productos análogos. Esto se realizó mediante un diagrama de flujo se establecieron los procesos a seguir con los parámetros.

Se propuso el layout de acuerdo a las condiciones iniciales en la que se encuentra la planta y a la tabla de relaciones elaborada que se encuentra en Anexo 6 para proponer una nueva distribución de acuerdo al espacio.

Los manejos de la materia prima y los controles fundamentales para el producto a lo largo del proceso se realizaron bajo revisión bibliográfica.

2.3. BALANCES MÁSICOS Y ENERGÉTICOS PROPUESTOS

Para la realización de los balances másicos, se utilizó como base de cálculo la cantidad de producto terminado que la Administración de la UNOPAC desea producir. El proceso se analizó de atrás hacia adelante. Se representó con un esquema de diagrama de caja negra, a este se le codificó con números y para identificar las entradas y salidas se colocaron letras. Se tomó como referencia que el mes tienen 4 semanas, de las cuales se trabaja 5 días y 8 horas por día.

Para determinar la energía utilizada, se realizó un balance energético en la actividad en la que existe un consumo de combustible. Además, se estudió el consumo de energía eléctrica, donde se utilizaron las cantidades del balance másico propuesto y las características de las máquinas para determinar teóricamente los kWh.

2.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y REAL

Para determinar la capacidad utilizada de la maquinaria se consideró la producción promedio mensual. De cada máquina se determinó una producción teórica de un tiempo determinado, donde se consideró una producción al 100% (8 horas/día) sin retrasos de ninguna clase. Se determinó la producción real (kg/mes), es decir, se expresó la producción utilizada que existió en dicho periodo con datos obtenidos. Y finalmente se determinó el porcentaje de utilización (Gavidia, 2016).

Para obtener la capacidad instalada de la planta se aplicó la fórmula [1] (Armendariz, 2014):

$$\text{Capacidad instalada} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{hora}} \times \frac{\text{Horas}}{\text{día trabajo}} \times \frac{\text{Días trabajo}}{\text{Semana}} \quad [1]$$

Además, se utilizaron los siguientes indicadores [2], [3] y [4] para la comparación de la capacidad instalada y la capacidad real (Cortés, 2015):

$$\text{Capacidad de la planta} \times \text{Eficiencia} = \text{Capacidad efectiva} \quad [2]$$

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad instalada}} \quad [3]$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad efectiva}} \quad [4]$$

Por último, se realizaron los cálculos para la obtención del punto de equilibrio que corresponden a la fórmula [5] (Centro de diseño industrial, 2016):

$$\begin{aligned} & (\text{Precio de venta unitario} \times \text{Unidades en equilibrio}) \\ & - (\text{Costo variable unitario} \times \text{Unidades en equilibrio}) = 0 \quad [5] \\ & - \text{Costos fijos totales} \end{aligned}$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA.

3.1.1. LAYOUT INICIAL DE LA PLANTA DE LA UNOPAC

La planta procesamiento de harinas de la UNOPAC está ubicada en el lugar de una antigua escuela de la comunidad de Ayora. La elaboración del uchujacu se realiza en dos secciones: área de producción y área de producto terminado, como se observan en la Figura 1. Se representan además los equipos y la trayectoria que sigue la elaboración del uchujacu que se describe en el punto siguiente.

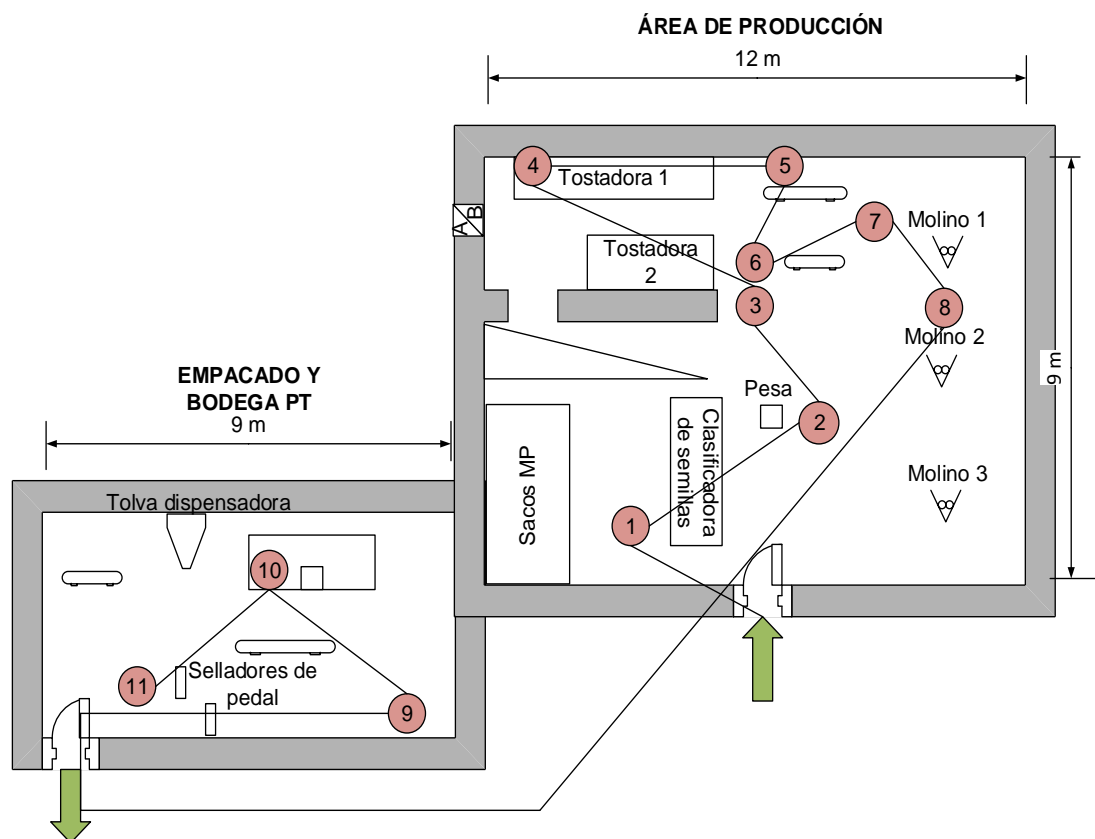


Figura 1. Layout inicial de la planta de la UNOPAC

Las áreas que dispone la planta de la UNOPAC para elaborar uchujacu son:

- Área de producción (se encuentran la mayor parte de las máquinas).
- Bodega de almacenamiento, no utilizado. No se considera.
- Bodega de producto terminado, empaque y almacenamiento del uchujacu.

La UNOPAC tiene la maquinaria necesaria pero no se utiliza. La mala distribución de la planta, la falta de orden y la falta de capacitación del personal, hacen que los procesos se crucen y exista una baja eficiencia de producción.

3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN: UCHUJACU

En la Figura 2 se describen el proceso para la elaboración del producto estrella: uchujacu. Se ejecuta a cargo del personal de producción, que tiene una experiencia de alrededor de 10 años elaborando este producto.

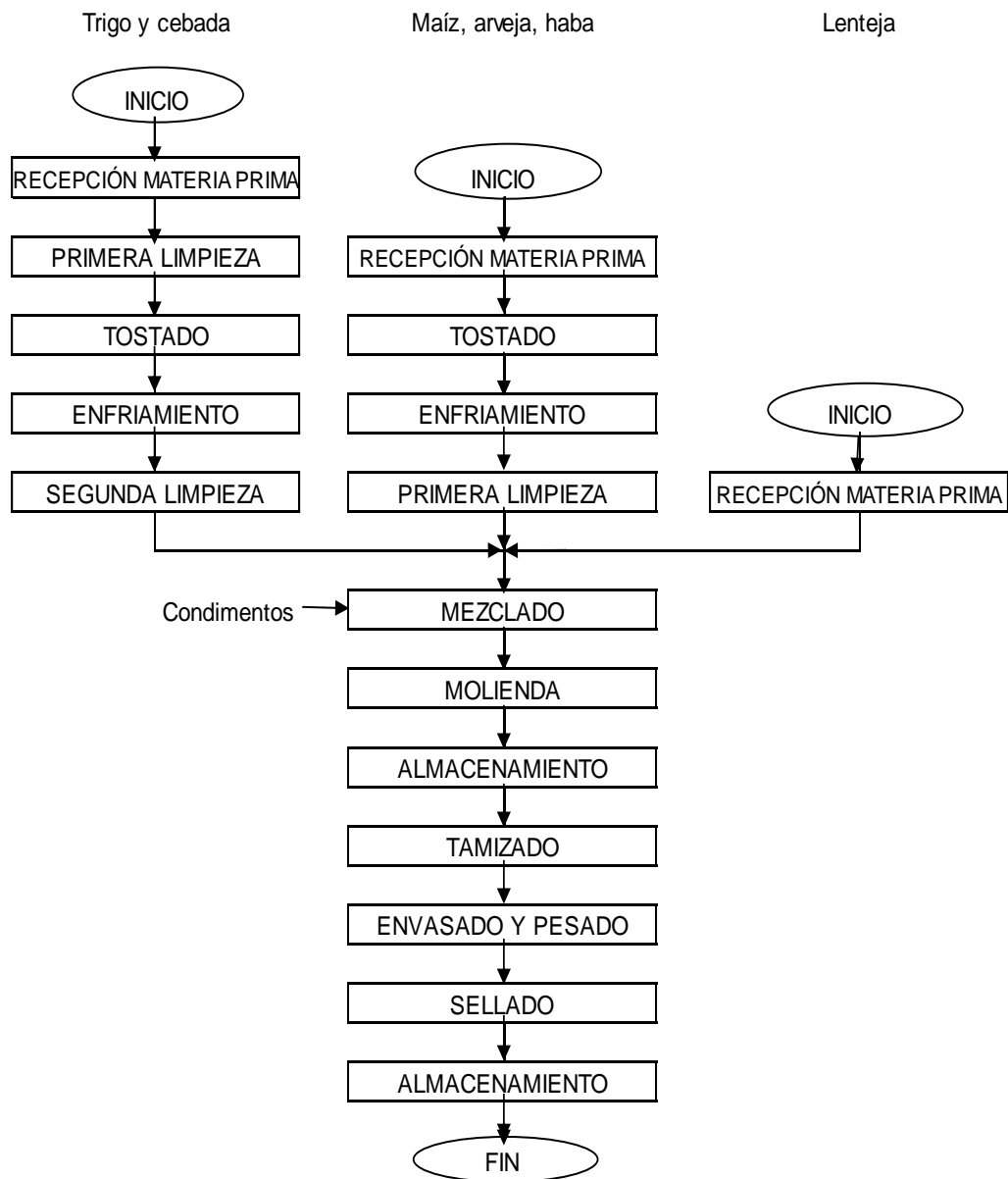


Figura 2. Proceso de elaboración de uchujacu inicial

3.1.2.1. Procesos para la obtención de uchujacu

Los granos maíz, arveja, haba siguen una misma serie de procesos (recepción de materia prima y pesado, tostado, enfriamiento, limpieza), y que difieren con los procesos del trigo y cebada en la primera limpieza que reciben estos últimos granos antes del proceso de tostado. La lenteja no recibe ningún tratamiento individual.

- Recepción de materia prima y pesado (todos los granos)

Las materias primas llegan en sacos a la planta y se colocan en el suelo para el siguiente proceso. No existen parámetros ni registros de pesos, humedad, materiales extraños, tampoco de tipo de grano. La persona encargada hace una inspección visual de los granos para comprobar que llegan sin cáscara, semi limpios y secos. Existe mal manejo de la materia prima, existiendo pérdidas al transportarse y además contaminación. Cada grano llega en tiempos distintos de acuerdo a la disponibilidad de materia prima de cada proveedor, lo que ocasiona que el producto no se realice con todos los ingredientes. Esto indica que no existe una adecuada planeación del proceso, entorpeciendo las actividades y aumentando el tiempo de la realización del producto final. En la Figura 1 se observan como los procesos 1 y 2.

- Primera limpieza (solamente en trigo y cebada)

El proceso se realiza para los granos: trigo y cebada. Esta actividad busca disminuir o retirar materias extrañas o impurezas como pajas, piedras, plumas o metales. En la planta de la UNOPAC, se realiza en el área de producción en el suelo directamente y se realiza de forma manual controlada a criterio de la personal. No tienen un margen de impurezas. Se realiza simultáneamente con el proceso de tostado (a continuación). Existe mal manejo de la materia prima, existiendo pérdidas al transportarse. Esta actividad no se realiza siempre, depende de la holgura de tiempo que dispone la persona encargada. En la Figura 1 se observa como el proceso 3.

- Tostado (todos los granos)

El tostado busca retirar humedad a la semilla y al mismo tiempo brindarle color, olor y sabor. Cada tipo de grano se coloca en la tostadora giratoria a gas de tueste continuo. No hay un dispositivo de control de temperatura ni de tiempo en el horno, por esto el control consiste en tomar muestras y comparar su color de forma visual. Por esto esta etapa exige una entera supervisión del operario. El horno no tiene la limpieza necesaria para procesar los alimentos. Existe mal manejo de la materia prima, existiendo pérdidas al transportarse, además de una pérdida considerable por quemados y remanentes en las máquinas. En la Figura 1 se observa como el proceso 4.

- Enfriamiento (todos los granos)

Los granos que han pasado por un tratamiento térmico se colocan en carritos de acero inoxidable para que pierdan calor con el fin de que el producto sea manejable en el proceso de limpieza siguiente y que la máquina de molienda no se re caliente que le sigue. El proceso dura alrededor de 1 día a 3. Existe mal manejo de la materia prima, existiendo pérdidas al transportarse y además contaminación debido a que los carritos no están limpios y la herramienta que usan para mezclar es de madera. En la Figura 1 se observa como proceso 5.

- Segunda limpieza (trigo y cebada) / Primera (maíz, arveja, haba)

Con la segunda limpieza se busca eliminar los productos quemados en el proceso de tostado. Se colocan los granos tostados y fríos en lonas en contacto directo con el suelo y de manera manual se pican. No tienen márgenes de impurezas a retirarse. Se realiza una inspección visual del producto. Existe mal manejo de la materia prima, existiendo pérdidas al transportarse y además contaminación debida a que el producto se coloca directamente en el piso. La realización de la actividad depende de la holgura de tiempo que dispone la persona encargada. En la Figura 1 se observa como el proceso 6.

Al mezclarse los seis granos, pasan al procesamiento colectivo.

- Mezclado

Se colocan los seis granos en los carritos de acero inoxidable y se mezclan manualmente para obtener un producto homogéneo, que se comprueba de acuerdo a una inspección visual. Se coloca los condimentos sin tratamiento previo en una cantidad no adecuada. Existe mal manejo de la materia prima, existiendo desperdicios al transportarse y además contaminación por el ambiente. En la Figura 1 se observa como el proceso 7.

- Molienda y almacenamiento

Con la molienda se busca desintegrar los granos mediante la frotación de dos piezas de piedra del molino vertical. Los granos fríos y mezclados se colocan en la tolva del molino y esta se encarga de alimentar las piedras que muelen de una forma proporcionada y el producto resultante es una harina. Se le realiza una inspección visual y si no se encuentra conforme al criterio del operario, se reprocesa. No existe una planificación de la actividad de molienda. Tiene un tiempo de duración de 3 días debido al sobrecalentamiento del único molino usado. Existe mal manejo de la materia prima, existiendo pérdidas por mal manejo de la máquina, remanentes en la máquina, desechos por contaminación. En la Figura 1 se observa como el proceso 8.

- Tamizado

El producto se tamiza con el fin de detener materiales extraños que tienen un tamaño de partícula mayor. La granulometría del tamiz no está establecida. Los sacos de yute transportan la harina que es depositada en el área de producto terminado y se coloca en carritos inoxidables pasando por un tamiz. Existen desperdicios habituales, desechos por contaminación y desperdicios por mal manejo de la materia. En la Figura 1 se observa como el proceso 9.

- Envasado y pesado

El producto obtenido es envasado con una herramienta plástica en la presentación única de 450 gramos. Se pesan en una balanza mecánica en espera del siguiente proceso. Se realiza en la bodega de producto terminado. Existen pérdidas por mal manejo de materia prima y contaminación. En la Figura 1 se observa como el proceso 10.

- Sellado y almacenamiento

Los envases de polietileno con el producto se cierran con una selladora de pedal. Una vez listas, permanecen en la misma área, y son almacenadas en bandejas plásticas que contienen alrededor de 70 unidades. En la Figura 1 se observa como el proceso 11.

3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

La planta de la UNOPAC cuenta con las siguientes máquinas para la producción del uchujacu, pero muchas de ellas no son utilizadas. En la Tabla 2 describe las actividades por área, las máquinas utilizadas y su utilización.

Tabla 2. Descripción de las máquinas de la UNOPAC

Nombre máquina	Cantidad	Actividad	¿Utilizada?	Capacidad (qq/h)
Clasificadora de semillas	1	Limpieza	No	30
Molino 1	1	Molienda	No	9.5
Molino 2	1	Molienda	Si	9.5
Molino 3	1	Molienda	No	9.5
Pesa mecánica grande	1	Pesado	Si	2
Pesa mecánica pequeña	1	Pesado	Si	0.01
Tolva dispensadora	1	Empacado	No	3.6
Tostadora 1	1	Tostado	Si	2
Tostadora 2	1	Tostado	No	2
Nombre del equipo	Cantidad	Actividad	¿Utilizada?	Capacidad
Contenedores	5	Almacenamiento	Si	3 m ³
Preciadora	1	Sellado	Si	1-80/min
Selladora de pedal	1	Sellado	Si	2 seg/u

3.1.4. BALANCE MÁSIKO DIAGNÓSTICO DE ELABORACIÓN DE UCHUJACU

El proceso que se estudió establece que la cantidad de materia que entra al sistema es igual a la suma de los subproductos que salen de este. Las transformaciones, como evaporación de agua, segregación de impurezas, desprendimiento de CO₂, y otras, son cuantificables, por lo tanto, en el balance general, no existe pérdida de masa. Esta consideración es fundamental a la hora de cuantificar el flujo másico de ingreso de materia prima con relación al flujo másico de producto terminado, la capacidad de tratamiento de los equipos con relación a la capacidad utilizada, el espacio de los lugares de almacenamiento en función de la previsión, producción y demanda, las características y resistencia de los empaques en función de la distribución, transporte y almacenamiento, entre otras.

Además, la cuantificación de estos parámetros permite establecer las capacidades y rendimientos actuales. Esta información sirve de base para establecer con perspectiva las proyecciones y requerimientos a mediano y largo plazo, tanto de la planta de producción como de los proveedores, convirtiéndose este proyecto en un ente que genere la sinergia necesaria, capaz de alimentar expectativas y posibilidades de un desarrollo integral.

Del levantamiento de procesos con tres réplicas, se obtuvieron resultados cuantitativos que se encuentran en Anexo 2. Más adelante se observan las características de cada réplica. Los factores que de manera general disminuyen el rendimiento son pérdidas por humedad en el tostado, impurezas retiradas, granos quemados en el tostado, remanentes, desechos que se contaminaron, desperdicios por mal manejo de los operarios y un proceso no establecido sin un lugar adecuado.

- Réplica 1

Se realizaron todas las actividades previstas del proceso, se utilizaron los cereales y cantidades correspondientes. La producción de este lote se realizó en 2 semanas (10 días laborables). Rendimiento del proceso 79 %.

- Réplica 2

La materia prima no se encuentra completa. Se realiza con maíz, arveja, trigo, cebada y los condimentos ajo, comino y achiote. No se utilizaron las proporciones de cada cereal. La producción de este lote se realizó en 2 semanas (10 días laborables). Rendimiento del proceso 82.39 %.

- Réplica 3

El producto se realiza con maíz, arveja, trigo, cebada y los condimentos ajo, comino y achiote. No se utilizaron las proporciones de cada cereal. En este proceso, debido a la necesidad urgente del producto terminado, no se siguieron las actividades de la segunda limpieza del trigo y la cebada, por lo tanto, no existe pérdidas por limpieza. La producción de este lote se realiza en 1 semana (5 días laborables). Rendimiento del proceso 87 %.

A continuación, se describe el balance másico de la réplica 1 debido a que es el único proceso completo de las tres réplicas realizadas. La Figura 3 refiere a la caja negra de la réplica desde recepción de materia prima al almacenamiento del producto final. La Tabla 3 es la codificación de la misma.

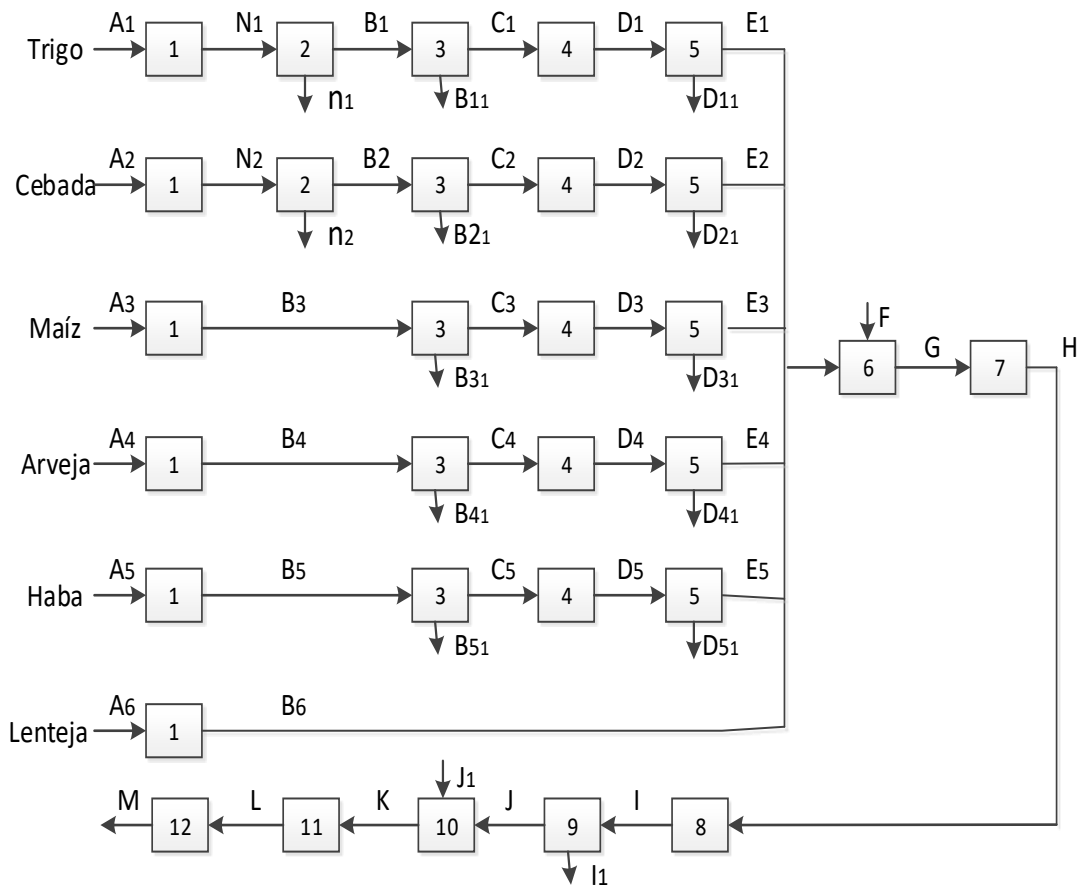


Figura 3. Diagrama de caja negra de la elaboración inicial de uchujacu (Réplica 1)

Tabla 3. Codificación del diagrama caja negra de elaboración de uchujacu (Réplica 1)

Proceso	Código	Entradas		Salidas	
		Letra	Significado	Letra	Significado
Recepción materia prima	1	A	Grano con impurezas	B	Grano con impureza ingresado
1° Limpieza (trigo y cebada)	2	N	Grano con impurezas ingresado	n, B	Impurezas, Grano
Tostado	3	B	Grano	C, B1	Grano tostado caliente con quemados, Agua
Enfriamiento	4	C	Grano tostado caliente con quemados	D	Grano tostado frío con quemados
2° Limpieza	5	D	Grano tostado frío con quemados	E, D1	Grano tostado limpio, Quemados
Mezclado	6	E, B ₆ , F	Granos tostados limpios, Condimento	G	Mezcla granos y condimentos
Molienda	7	G	Mezcla granos y condimento	H	Uchujacu con impurezas
Almacenamiento	8	H	Uchujacu con impurezas	I	Uchujacu en sacos
Tamizado	9	I	Uchujacu en sacos	J, I1	Uchujacu, Impurezas
Envasado	10	J, J1	Uchujacu, Fundas de polietileno transparente	K	Uchujacu envasado
Sellado	11	K	Uchujacu envasado	L	Fundas de uchujacu selladas
Almacenamiento	12	L	Fundas de uchujacu selladas	M	Fundas de uchujacu selladas almacenadas

3.1.4.1. Balance másico: proceso 1: Recepción de materia prima

Los granos A llegan a las instalaciones en cualquier día de la semana. Los sacos tienen pesos menores a los acordados. En esta etapa se considera que llegan todos los componentes. La lenteja A₆ y condimentos F, se usan posteriormente. La etapa se observa en la Figura 4 y Tabla 4.

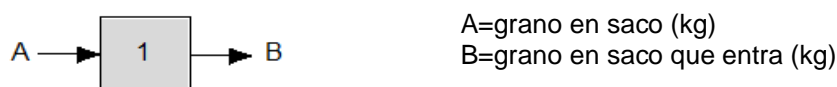


Figura 4. Representación del proceso 1 de diagnóstico

Tabla 4. Resultados del proceso 1 de diagnóstico

Grano	A (kg)	B (kg)
Trigo	42.27	42.27 (N ₁)
Cebada	44.09	44.09 (N ₂)
Maíz	253.64	253.64
Arveja	83.64	83.64
Haba	81.82	81.82
Lenteja	33.18	33.18
Condimentos	9.54 (F)	
Total	548	

3.1.4.2. Balance másico proceso 2: 1era limpieza (Trigo y cebada)

Para los granos trigo y cebada, se realiza una limpieza manual previa al tostado donde se retiran pajas, piedras y otros granos y se obtiene trigo y cebada semilimpios, como se observa en la Figura 5 y Tabla 5.

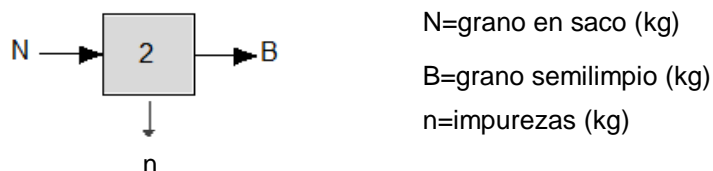


Figura 5. Representación del proceso 2 de diagnóstico

Tabla 5. Resultados del proceso 2 de diagnóstico

Grano	N (kg)	n (kg)	B (kg)
Trigo	42.27	0.22	42.05
Cebada	44.09	0.55	43.55

3.1.4.3. Balance másico proceso 3: Tostado (Maíz, arveja, cebada, trigo, haba)

Existe una pérdida por humedad del 4.5 % para el haba, 2.5 % para los granos: maíz, arveja, y del 6.5% para trigo y cebada de la humedad inicial indicada en la Tabla 6. Ingresan los granos B a la tostadora donde se desprende humedad B1 y se obtiene C como se observa en la Figura 6 y Tabla 7. B1 es la suma de pérdida de humedad, quemados y pérdidas por remanentes.

Tabla 6. Humedades iniciales de los granos de interés

Maíz (%)	Haba (%)	Lenteja (%)	Arveja (%)	Trigo (%)	Cebada (%)
13.44	13.58	11.26	11.3	13.6	13.3

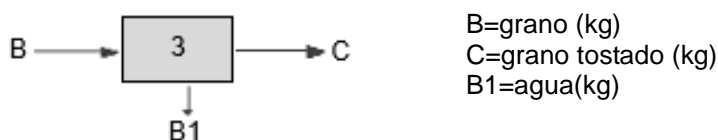


Figura 6. Representación del proceso 3 de diagnóstico

Tabla 7. Resultados del proceso 3 de diagnóstico

Grano	B (kg)	C (kg)	B1 (kg)
Trigo	42.04	37.99	4.05
Cebada	43.55	40.24	3.31
Maíz	253.49	251	1.23
Arveja	83.64	80.30	2.65
Haba	81.81	76.48	5.42

3.1.4.4. Balance másico proceso 4: Enfriamiento (Maíz, arveja, cebada, trigo y haba)

Como se muestra en la Figura 7, el grano tostado C se coloca en carritos de acero inoxidable para que disminuya su temperatura en 1 a 3 días. No existe un cambio de cantidades como se observa en la Tabla 8.



Figura 7. Representación del proceso 4 de diagnóstico

Tabla 8. Resultados del proceso 4 de diagnóstico

Grano	C (kg)	D (kg)
Trigo	37.99	37
Cebada	40.24	40
Maíz	251	250
Arveja	80.3	80
Haba	76.48	76

3.1.4.5. Balance másico proceso 5: 2da limpieza (trigo y cebada) 1era limpieza (maíz, arveja, haba)

De los granos tostados fríos D, se retiran los granos quemados D1 manualmente para obtener granos tostados limpios E, como se muestra en la Figura 8. En la Tabla 9 se observan los resultados del proceso.

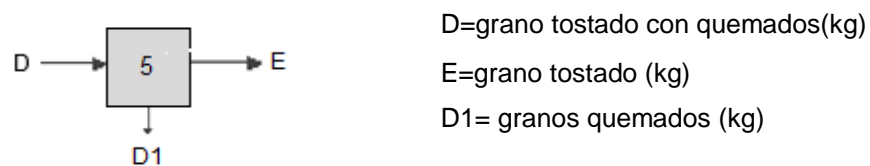


Figura 8. Representación del proceso 5 de diagnóstico

Tabla 9. Resultados del proceso 5 de diagnóstico

Grano	D (kg)	E (kg)	D1 (kg)
Trigo	37	34.36	3.13
Cebada	40	35.44	4.80
Maíz	250	247.99	2.10
Arveja	79	77.10	1.90
Haba	76	74.98	1.50

3.1.4.6. Balance másico proceso 6: Mezclado

Los granos tostados limpios E se colocan en los carritos de acero inoxidable, se coloca la lenteja cruda B₆ y los condimentos F, y se mezcla con un bastón de madera para obtener G como se observa en la Figura 9. Las cantidades que ingresan y salen del proceso, se muestra en la Tabla 10.

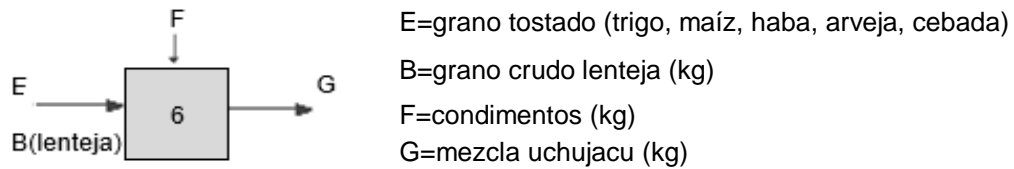


Figura 9. Representación del proceso 6 de diagnóstico

Tabla 10. Resultados del proceso 6 de diagnóstico

Corriente	Grano	Cantidad (kg)
E ₁	Trigo	34.36
E ₂	Cebada	35.44
E ₃	Maíz	247.99
E ₄	Arveja	77.10
E ₅	Haba	74.98
F	Condimentos	9.54
B	Lenteja	33.18
G	Mezcla	512.59

3.1.4.7. Balance másico proceso 7: Molienda

En la Figura 10 se observa la molienda, donde los componentes son procesados para obtener harina. El peso de la materia que ingresa no es igual al que sale, porque existe una diferencia, como se aprecia en la Tabla 11, debido a pérdidas por desperdicios (contaminación) y mal manejo.

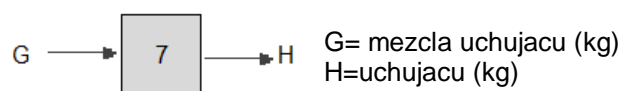


Figura 10. Representación del proceso 7 de diagnóstico

3.1.4.8. Balance másico proceso 8: Almacenamiento

El producto se coloca en sacos y es transportado al área de envasado como se aprecia en la Figura 11. Existen cambios en las cantidades por mal manejo del producto que se pueden observar en la Tabla 11.



Figura 11. Representación del proceso 8 de diagnóstico

3.1.4.9. Balance másico proceso 9: Tamizado

En la Figura 12 se representa el producto en sacos que pasa por un tamizador (sin tamaño de poro definido) para retirar grumos o extraños. En el proceso se pierde producto por mal manejo y desperdicios por contaminación, cantidades reflejadas en la Tabla 11.

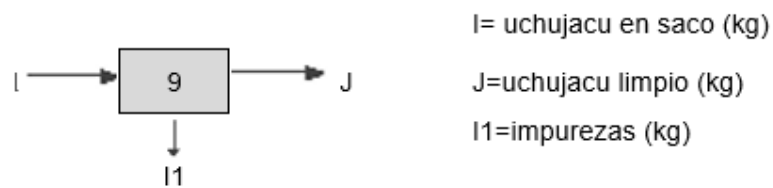


Figura 12. Representación del proceso 9 de diagnóstico

3.1.4.10. Balance másico proceso 10: Envasado

En esta etapa ingresan envases plásticos de 4 g como se observa en la Figura 13. Se dan por pérdidas por el mal manejo del producto. Los resultados del proceso se observan en la Tabla 11.

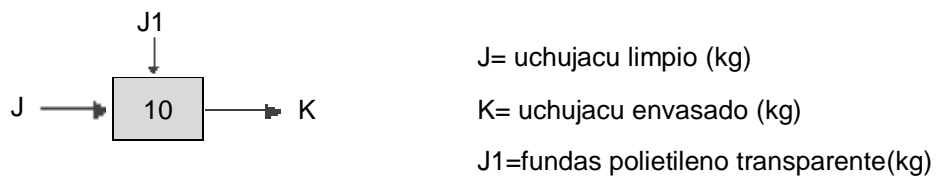


Figura 13. Representación del proceso 10 de diagnóstico

3.1.4.11. Balance másico proceso 11: Sellado

En la Figura 14 se representa el sellado de las fundas de uchujacu. En la Tabla 11 se observan las cantidades, que no son iguales debido al desperdicio por contaminación.

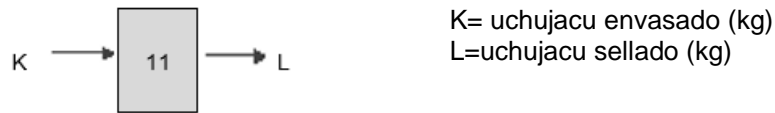


Figura 14. Representación del proceso 11 de diagnóstico

3.1.4.12. Balance másico proceso 12: Almacenamiento

En la Figura 15, el producto sellado se coloca en bandejas de plástico para su posterior transporte. La Tabla 11 muestra que no existe cambios en peso.

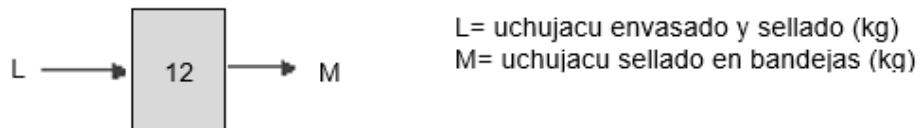


Figura 15. Representación del proceso 12 de diagnóstico

Tabla 11. Resultados del diagnóstico los procesos 7 al 12

Proceso	Entradas (kg)	Salidas (kg)	
7	G	H	
	512.59	490.00	
8	H	I	
	490.00	483.00	
9	I	J	I1
	483.00	468.60	14.40
10	J	K	J1
	468.60	444.00	3.20
11	K	L	
	444.00	430.00	
12	L	M	
	430.00	430.00	

El rendimiento másico del diagnóstico de la réplica 1 es de 79 %. Se desea elaborar un balance másico en el que se aumente este rendimiento.

3.1.5. CONSUMO ELÉCTRICO

El consumo eléctrico de la planta de Febrero a Noviembre del 2015 se puede observar en la Figura 16: El periodo de tiempo en el que existe mayor consumo de energía es Junio, Julio y Agosto que corresponden a las festividades del Cantón. El consumo corresponde a equipos: 1 tostadora utiliza gas y energía eléctrica. Gas por las hornillas y electricidad por el barril giratorio y 1 molino que utiliza exclusivamente energía eléctrica. No corresponde a iluminación debido a que la planta no utiliza luz artificial, puesto

a que solo se trabaja en el día. El consumo eléctrico de la planta en promedio es de 82 kWh para los meses señalados.

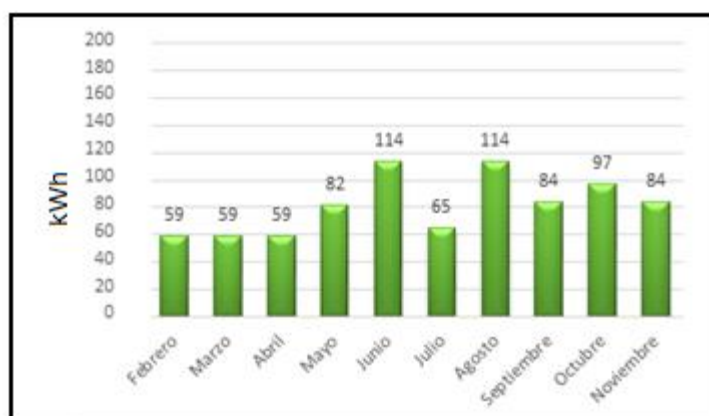


Figura 16. Consumo en kWh para el 2015 de la UNOPAC

3.2. DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El uchujacu debe ser una harina de 6 granos pre-cocida con condimentos, que presente siempre las mismas características que se pueden observar en la Tabla 12. Su elaboración es única y como marca se está posicionando favorablemente en los mercados locales.

Tabla 12. Requisitos estandarizados del producto uchujacu

Característica	Requisito
Humedad	8-12 % (máximo)
Tamaño de partícula	0.8 mm
Color	Crema (Munsell 10YR 9/3)
Sabor	Característico a cereales
Consistencia	Suave al tacto sin conglomerado
Presentación	450 g
Tipo	Colada
Almacenamiento	Ambiente
Duración	6 meses

3.2.1.1.1. Manejo de la fórmula de materias primas y controles en el proceso

Las materias primas para la elaboración del uchujacu deben ser: arveja, cebada, maíz, lenteja, haba y trigo en grano, limpios y en sacos limpios, con las características descritas en Anexo 3 y los requisitos que se mencionan en el Anexo 4. Los condimentos que se mezclan una vez cumplidas las actividades individuales de los granos son ajo, comino y achiote en polvo. La formulación original es un secreto de la planta UNOPAC y se observa en la Tabla 13 y se la debe mantener como marca registrada. Debe existir una patente para este producto que no permita su copia en forma industrial.

Tabla 13. Proporción de las materias primas para obtención de uchujacu

Proporción		Porcentaje (%)
Maíz	6	45.42
Arveja	2	15.14
Haba	2	15.14
Cebada	1	7.57
Lenteja	1	7.57
Trigo	1	7.57
Achiote	0.7	0.53
Comino	0.7	0.53
Ajo	0.7	0.53
Total		100.00

3.2.2. PROPUESTA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La línea de producción es relativamente simple y la propuesta no implica cambios significativos como se observa en la Figura 17. Con estos antecedentes se sugiere establecer puntos de control con la finalidad de minimizar pérdidas de tiempo, pérdidas de energía, pérdidas de materia prima y consecuentemente pérdidas de oportunidades de producción y crecimiento de la planta.

- Recepción y pesado

Se define a esta etapa como la llegada de la materia prima en sacos plásticos a granel (Caballero et al, 2006). En el caso de UNOPAC, se debe tomar en cuenta de la integridad del producto, el transporte y el peso para el pago acordado. La producción debe ser planeada, donde los granos deben llegar al mismo tiempo para no entorpecer el proceso. De acuerdo a Amagua et al, (2016): Las materias primas no pueden tener colores fuera de especificaciones u objetos extraños. Se deben realizar análisis de rutina

dependiendo del producto. Las materias primas deben colocarse en estantes para evitar el contacto con el piso y que facilite la limpieza y el ingreso del personal.

- Almacenamiento

En esta etapa debe existir el control de la calidad. Las materias primas se encuentran en espera para su aceptación o rechazo y se determina si están o no completas para su producción. Los parámetros de aceptación se encuentran en el Anexo 4. En esta etapa se toma en cuenta el cumplimiento de especificaciones físicas, químicas y biológicas fijadas en el contrato (Caballero et al., 2006). Las materias primas deben cumplir con una humedad del 12 % para maíz, cebada, arveja, haba, lenteja y el 14 % para trigo.

- Limpieza

Según Caballero (2006), esta actividad se debería realizar en cribas mecánicas para que el viento favorezca la limpieza. En el Anexo 5 se encuentra como requisito que para que el grano sea consumido inmediatamente o sea industrializado, se realice una limpieza con todas las semillas hasta que se obtenga un producto con impurezas no mayor al 1 %. A tomar en cuenta en esta etapa: alteración del grano por contaminación o posible desintegración.

- Tostado

El tostado transmite garantía de inocuidad (Caballero et al., 2006). La temperatura al interior de la tostadora debe ser de 150 °C y del grano no debe sobrepasar los 200 °C. El producto final debe presentar un aspecto uniforme, pero no se puede realizar este control sin un dispositivo indicador. Los granos que han pasado por un proceso de torrefacción tienen una humedad de entre 8 al 12% dependiendo de la variedad del grano (Pro alimentos, 2014). Las normativas para humedad que distinguen los granos tostados (cacao) indican que debe llegar a un porcentaje de humedad de 8 %. Todo proceso de tostado depende del grano como materia prima para poder darle un tratamiento específico de temperatura (Plua & Cornejo, 2008). A tomar en cuenta en esta etapa: posibles contaminantes como restos de materiales de maquinaria y tiempo de tostado excedido.

- Enfriamiento

Esta etapa evita que haya sobrecalentamiento en el interior del molino. Debe controlarse el tiempo. Los aspectos a tomar en cuenta: las zonas a utilizarse

sean higiénicas; sacos separados del suelo y paredes y alejado de contaminación cruzada (Caballero et al., 2006).

- Mezclado

El mezclado hace que el enfriamiento sea homogéneo (FAO, 2017). De acuerdo a Graziani et al. (2002), el mezclado afecta en las características del producto final.

- Molienda

Los granos se trituran y existe un posible riesgo de contaminación con restos de piedra. La granulometría del producto se establece en 0.8 mm, con un color uniforme (Pro alimentos, 2014) y listo para la reconstitución por adición de agua. Los molinos de la UNOPAC, tiene capacidad de realizar una granulometría de hasta 0.15 mm (Arthur Fried C.A., 2016). La salida del producto es en contenedores móviles de acero inoxidable.

- Tamizado

De acuerdo al anterior punto, puede existir contaminación por restos de piedra debido a la naturaleza de la máquina. El tamizado es una actividad que no aporta al proceso, pero brinda la seguridad al cliente (RTVE, 2014). La salida del producto en contenedores móviles de acero inoxidable. Además, esta etapa asegura la granulometría por lo que se debe realiza con un tamizador adecuado.

- Envasado

Es el envasado en fundas de polietileno transparente mediante una envasadora (automática o semiautomática) o manualmente con una pala. Riesgo a tomar en cuenta son la manipulación y la limpieza de los envases del producto final y donde son almacenados (Caballero et al., 2006).

- Almacenamiento

En esta etapa el producto terminado se encuentra en un periodo de espera para conocer si tiene todas las características deseadas y es óptimo para el consumo mediante análisis. Los productos terminados en su área deben colocarse en estantes para evitar el contacto con el piso y que facilite la limpieza y el ingreso del personal (Amagua et al., 2016).

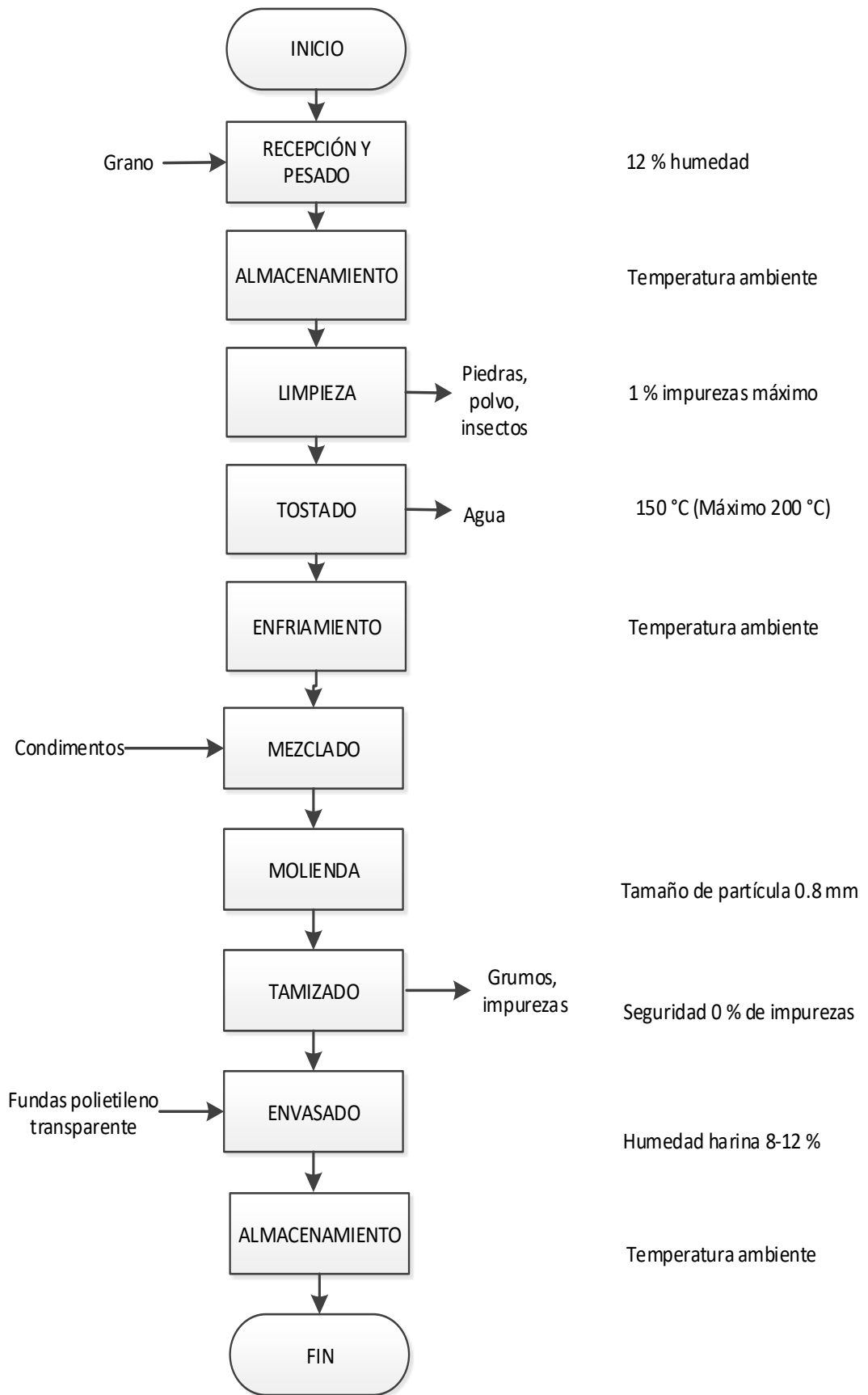


Figura 17. Diagrama de flujo para elaboración de uchujacu

3.2.3. LAYOUT DE LA PLANTA PROPUESTO

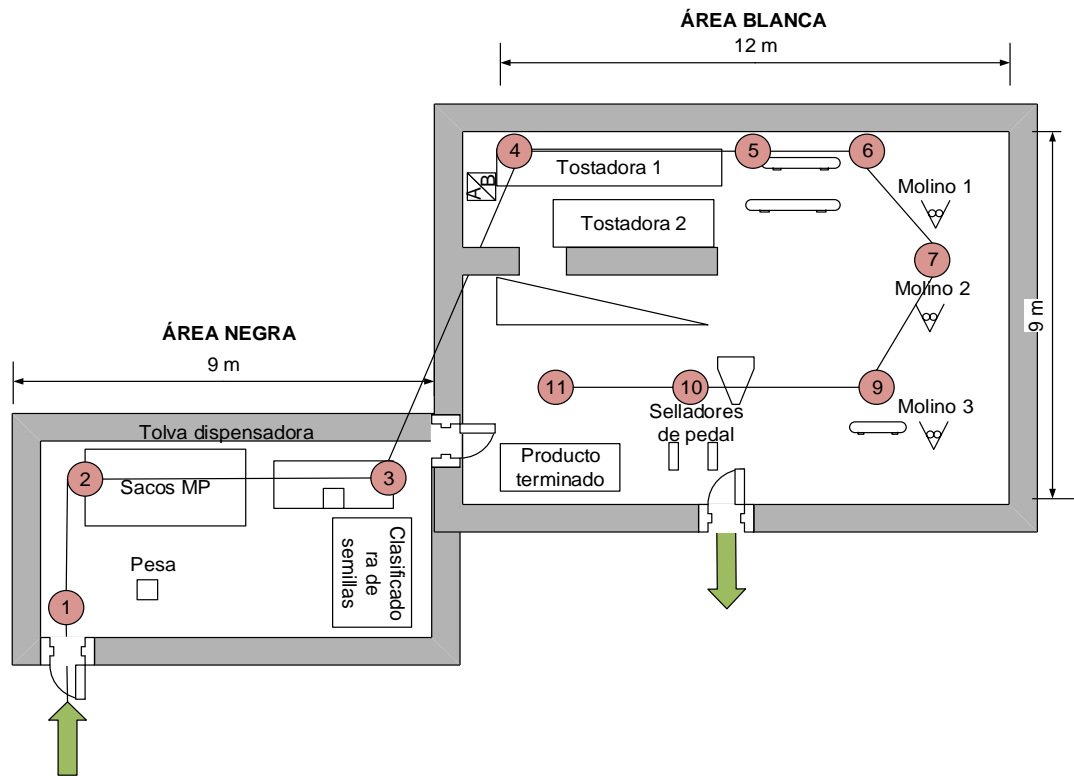


Figura 18. Layout propuesto y actividades para la elaboración de uchujacu

En la Figura 18, se propone la reorganización de las actividades utilizando las zonas disponibles. Se dividieron los espacios por áreas: negra y blanca, donde la primera abarca la recepción, almacenamiento y limpieza, y la segunda, las actividades que comienzan por tostado y terminan en almacenamiento de producto terminado. Se realizó una reubicación de las máquinas móviles y se abrió un acceso entre las áreas para facilitar el desarrollo de las actividades, así se reduce la probabilidad de contaminación. Las actividades y las relaciones entre las mismas se encuentran en Anexo 6.

3.2.4. CONTROLES DEL PRODUCTO EN PROCESO

Es fundamental el control minucioso de los pesos, niveles de humedad de los diferentes granos y el tratamiento que se le da a cada uno de ellos. En la recepción de la materia prima, para cada grano se diseñaron tablas de reporte que registren la fecha, el proveedor, el peso, el precio de compra de acuerdo a esas características y el valor a ser facturado. Los pesos y la calidad general deben ser registrados en tablas en cada etapa del proceso. Debe existir un control periódico de las características físicas, químicas y biológicas de las materias primas y el producto terminado y un control periódico del ambiente. Los modelos propuestos de las tablas de control se encuentran como Anexo

5. Del resultado de estos reportes se establece el balance de masa para poder definir el costo del producto en función de las pérdidas. Del balance de energía se puede establecer la eficiencia de los equipos y el desempeño del personal y de este parámetro depende las remuneraciones, el precio de venta y definición de las políticas de funcionamiento.

3.3. BALANCES MÁSICOS Y ENERGÉTICOS PROPUESTOS

3.3.1. BALANCES MÁSICOS PROPUESTOS

Los balances másicos propuestos se realizaron de atrás hacia adelante, del almacenamiento del producto terminado a la recepción de materia prima. La base de cálculo es la cantidad de 495 kg. Si se trabaja 8 horas 5 días a la semana son 45 kg diarios. La Figura 19 muestra el diagrama de caja negra y su descripción en la Tabla 14, para el mejor entendimiento. Cada grano sigue cada etapa de procesamiento, como se describe en la Figura 19. Es decir que A1 corresponde a arveja, A2 a cebada, A3 a haba, A4 maíz, A5 lenteja y A6 a trigo. A partir del enfriamiento, el producto es una sola mezcla.

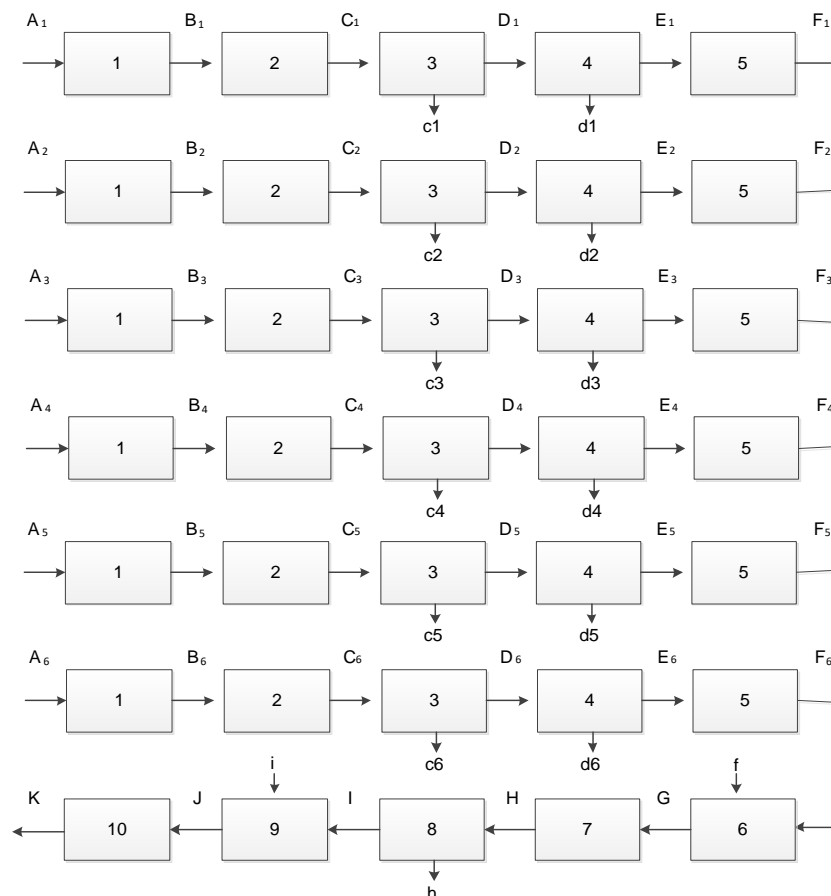


Figura 19. Diagrama de caja negra de la propuesta de elaboración del uchujacu

Tabla 14. Codificación del diagrama de caja negra.

Etapas	Codificación #	Entradas	Salidas
Recepción de MP	1	A	B
Almacenamiento	2	B	C
Limpieza	3	C	c, D
Tostado	4	D	d, E
Enfriamiento	5	E	F
Mezclado	6	F, f	G
Molienda	7	G	H
Tamizado	8	H	h, I
Envasado	9	I, i	J
Almacenamiento	10	J	K

3.3.1.1. Balance másico propuesto proceso 10: Almacenamiento

La Figura 20 representa la actividad almacenamiento donde la base de cálculo es 45 kg diarios de uchujacu envasado almacenado en tinas. En esta etapa no hay pérdidas. El uchujacu empacado sin almacenar J es igual a K.

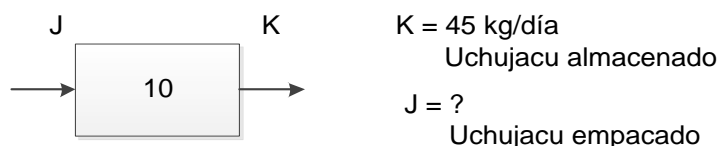


Figura 20. Representación gráfica de la propuesta: proceso 10

3.3.1.2. Balance másico propuesto proceso 9: Envasado

En el envasado, representado por la Figura 21, ingresan las fundas de polipropileno transparente. El uchujacu envasado J se le retira ese peso y se obtiene la cantidad de producto uchujacu sin envasar I.

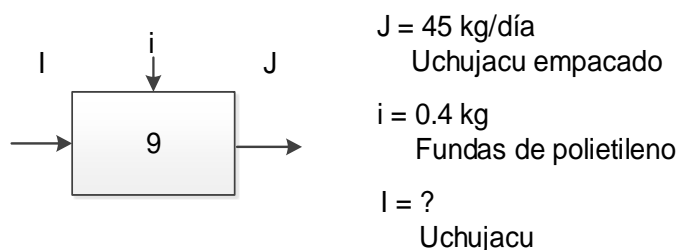


Figura 21. Representación gráfica de la propuesta: proceso 9

3.3.1.3. Balance másico propuesto proceso 8: Tamizado

Al uchujacu listo I se le deben sumar las posibles impurezas h (1 % del valor total) que puedan existir para poder conocer el valor del uchujacu H que haya salido de la molienda, como se observa en la Figura 22.

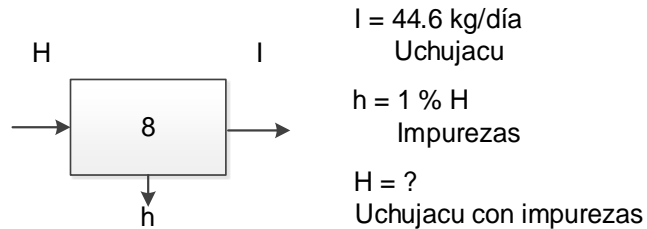


Figura 22. Representación gráfica de la propuesta: proceso 8

3.3.1.4. Balance másico propuesto proceso 7: Molienda

En la molienda el producto con impurezas H ingresa a la máquina y no deben existir remanentes en la máquina como se observa en la Figura 23, por lo tanto, G es igual a H.

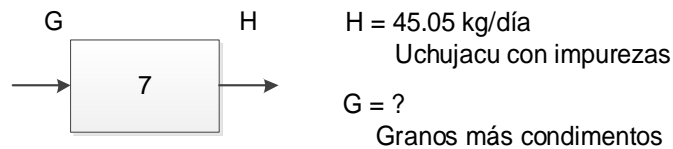


Figura 23. Representación gráfica de la propuesta: proceso 7

En la Tabla 15 se puede observar el resumen de las cantidades que ingresan y salen de los procesos 10 al 7.

Tabla 15. Resumen de entradas y salidas de la propuesta de los procesos 10-7

Proceso	Entradas (kg)		Salidas (kg)	
10	J		K	
	45		45	
9	I	I	J	
	44.6	0.4	45	
8	H		I	h
	45.05		44.6	0.45
7	G		H	
	45.05		45.05	

3.3.1.5. Balance másico propuesto proceso 6: Mezclado

En esta etapa ingresan los granos fríos F y los condimentos f , que son el 1.62 % de la sumatoria de los granos fríos como se observa en la Figura 24. Si se necesitan 45.05 kg de uchujacu con impurezas, se necesita 0.73 kg de condimentos y las cantidades de los granos en las proporciones de la formulación ancestral.

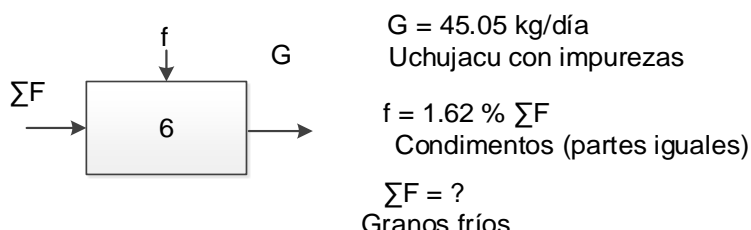


Figura 24. Representación gráfica de la propuesta: proceso 6

Las cantidades correspondientes al porcentaje que ocupa de cada grano de la cantidad de ΣF 44.33 kg/día se pueden observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Composición (%) y resultados del balance del proceso 6

Codificación	Grano	Porcentaje (%)	Cantidad (kg)
F ₁	Arveja	15	6.93
F ₂	Cebada	8	3.41
F ₃	Haba	15	6.82
F ₄	Lenteja	8	3.41
F ₅	Maíz	46	20.45
F ₆	Trigo	8	3.41

3.3.1.6. Balance másico 5: Enfriamiento

Los granos en esta etapa no tienen ninguna alteración, entonces F : granos tostados y fríos son iguales a los granos calientes E , como representa en la Figura 25 y se cuyos datos se evidencian en la Tabla 17.



Figura 25. Representación gráfica de la propuesta: proceso 5

Tabla 17. Resultados del balance de la propuesta: proceso 5

Grano	E (kg)	F (kg)
Arveja	6.93	6.93
Cebada	3.41	3.41
Haba	6.82	6.82
Lenteja	3.41	3.41
Maíz	20.45	20.45
Trigo	3.41	3.41

3.3.1.7. Balance másico de la propuesta: proceso 4: Tostado

Como se observa en la Figura 26, en esta etapa se retira humedad del grano. Al grano tostado frío E se le suma la pérdida de agua d, para conocer la cantidad de grano sin tostar D que se necesita.

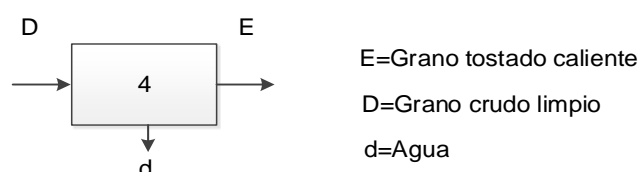


Figura 26. Representación gráfica de la propuesta: proceso 4

Los granos tienen una humedad inicial requerida de un 12 %. Al pasar por el tostado se busca que lleguen a un 8 % en promedio. Como las proporciones de los componentes son diferentes, se realizan los balances para cada grano. Se muestra a continuación los resultados del proceso en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados del balance del proceso 4

Grano	E (kg)	d (kg)	D (kg)
Arveja	6.93	0.32	7.25
Cebada	3.41	0.15	3.56
Haba	6.82	0.31	7.13
Lenteja	3.41	0.15	3.56
Maíz	20.45	0.93	21.38
Trigo	3.41	1.55	3.56

3.3.1.8. Balance másico de la propuesta: proceso 3: Limpieza

Los granos llegan con un porcentaje de impurezas del 1 %, En esta etapa se retira ese porcentaje como se representa en la Figura 27. Se suman el porcentaje de impurezas c al grano crudo limpio D para obtener la cantidad C. Los resultados del proceso se encuentran en la Tabla 19.

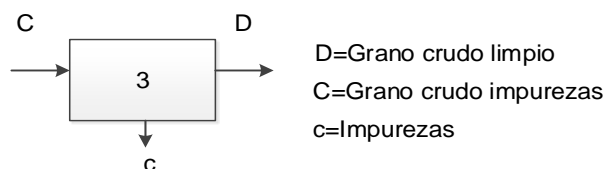


Figura 27. Representación gráfica de la propuesta: proceso 3

Tabla 19. Resultados del balance de la propuesta: proceso 3

Grano	D (kg)	C (kg)	c (kg)
Arveja	7.25	7.32	0.07
Cebada	3.56	3.60	0.04
Haba	7.13	7.20	0.07
Lenteja	3.56	3.60	0.04
Maíz	21.38	21.60	0.22
Trigo	3.56	3.60	0.04

3.3.1.9. Balance másico 2: Almacenamiento

No existe modificación como se aprecia en la Figura 28 y la Tabla 20.

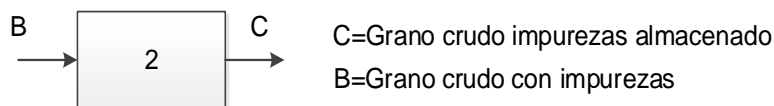


Figura 28. Representación gráfica de la propuesta: proceso 2

Tabla 20. Resultados del balance de la propuesta: proceso 2

Grano	C (kg)	B (kg)
Arveja	7.32	7.32
Cebada	3.60	3.60
Haba	7.20	7.20
Lenteja	3.60	3.60
Maíz	21.60	21.60
Trigo	3.60	3.60

3.3.1.10. Balance másico 1: Recepción de materias primas

El producto es pesado e inspeccionado. No ocurren cambios como se observa en la Figura 29 y Tabla 21.

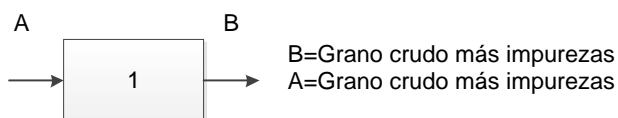


Figura 29. Representación gráfica de la propuesta: proceso 1

Tabla 21. Resultados del balance de la propuesta: proceso 1

Grano	B (kg)	A (kg)
Arveja	7.32	7.32
Cebada	3.60	3.60
Haba	7.20	7.20
Lenteja	3.60	3.60
Maíz	21.60	21.60
Trigo	3.60	3.60

3.3.1.11. Resumen balances másicos

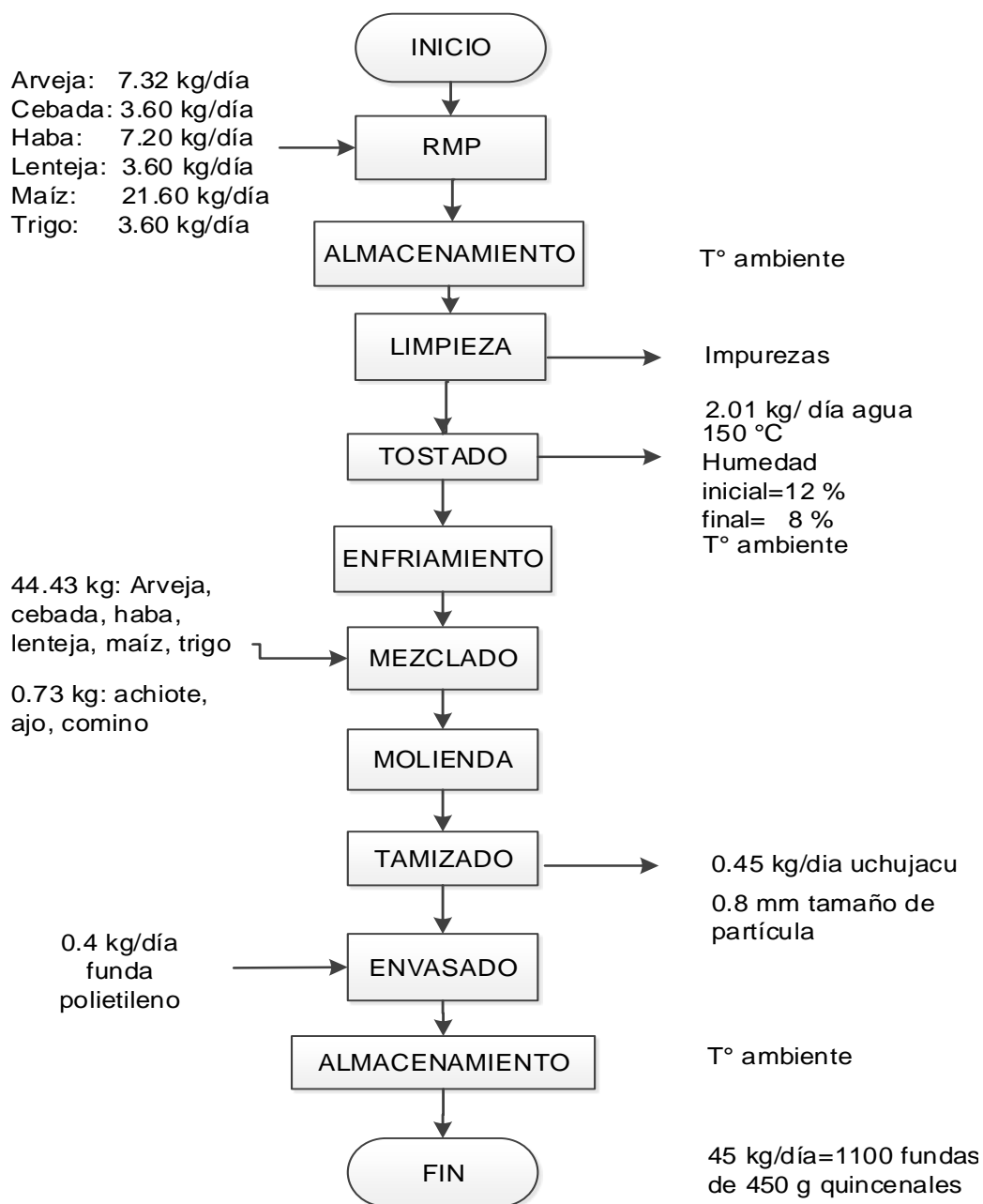


Figura 30. Diagrama de flujo del balance másico propuesto

En la Figura 30 se muestra las cantidades que deben ingresar de acuerdo a la producción establecida por la UNOPAC. Esto puede variar de acuerdo al objetivo de producción y las máquinas no representan un obstáculo en cuanto a la capacidad. Se muestran las pérdidas de agua por evaporación en sumatoria de los granos y además los parámetros generales a seguirse. El rendimiento inicial (diagnóstico) fue del 79 % y el final (propuesta) del 95 %.

Los balances de los procesos de elaboración de las harinas tradicionales desarrollados por la Universidad Estatal Bolívar tienen un promedio de rendimiento del flujo másico del 80%. Estas harinas comparten el proceso de producción similar, pero son elaboradas por un solo ingrediente. La propuesta es más optimista debido la reducción de desperdicios en las diferentes etapas, además del control de la pérdida de humedad de los granos.

3.3.2. BALANCES ENERGÉTICOS PROPUESTOS

La energía es un insumo importante sobre todo en el costo que representa en el producto final. En un proceso intervienen energía eléctrica y térmica (Centro de promoción de tecnologías sostenibles, 2015). La energía térmica utilizada en este proceso proviene del proceso de combustión de gas licuado de petróleo (GLP) el cual es usado de manera directa. La energía eléctrica es utilizada para impulsar los motores eléctricos de los equipos y producir movimiento mecánico.

3.3.2.1. Balance energético propuesto en proceso 4

La Figura 31 describe el balance energético para todos los granos en el proceso 4. Se puede observar que ingresan dos tipos de fuente de energía. La energía térmica (GLP) y por otro lado energía eléctrica para la rotación del tambor tipo batch.

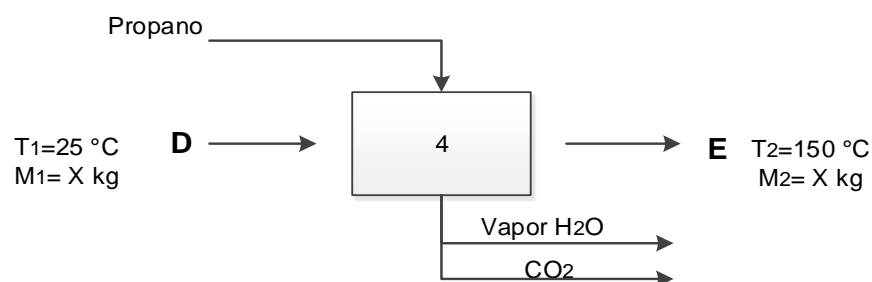


Figura 31. Representación gráfica del balance energético en el proceso 4.

Los valores de calor específico para los diferentes granos se calcularon a partir del porcentaje en peso de los componentes que se muestran en el Anexo 7 (Egas, 2015). Los resultados del consumo de combustible para el balance propuesto se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Consumo de energía GLP para el balance propuesto en proceso 4

Grano	Qg (kJ/día)	$\Delta H\lambda$ (kJ/kg)	mV1 (kg/día)
Arveja	2082	2219.8	0.93
Cebada	1049	2219.8	0.47
Haba	83.9	2219.8	0.03
Lenteja	990.6	2219.8	0.44
Maíz	6219	2219.8	2.8
Trigo	1066	2219.8	0.48
		Total (día)	5.17

3.3.2.2. Consumo de energía eléctrica propuesto

La Tabla 23 se muestra el tiempo que usan las máquinas para producir la cantidad que ingresa (del balance másico propuesto) que están en base a la capacidad de las mismas. En los casos en los que existía más de una máquina para la producción, se obtuvieron los tiempos que se demoran en base a cada capacidad. Con información de los vatios de cada máquina y el tiempo que se demora en procesar las cantidades propuestas, se obtiene el consumo eléctrico que se observa en la Tabla 24.

Tabla 23. Tiempo de procesamiento de la cantidad propuestas en el balance másico

Máquina	Capacidad (kg/h)	Cantidad propuesta (kg/día) en 8 h	Tiempo de procesamiento (h)
Clasificadora semilla	1363.6	39.22	0.03
Tostadora 1	90.91	32	0.35
Tostadora 2	181.82	32	0.18
Molino 1	431.82	45.06	0.10
Molino 3	431.82	45.06	0.10
Molino 2	431.82	45.06	0.10
Dosificador	159.09	44.6	0.28

Tabla 24. Consumo eléctrico por cantidad procesada diaria y mensual

Máquina	Tiempo de procesamiento (h)	Motor (kW)	Consumo por cantidad (kWh)	Menor (kWh)
Clasificadora semillas	0.03	0.37	0.01	0.33
Tostadora 1	0.35	2.2	0.77	0.39
Tostadora 2	0.18	2.23	0.39	
Molino 1	0.10	2.23	0.23	0.23
Molino 3	0.10	2.23	0.23	
Molino 2	0.10	14.92	1.56	
Dosificador	0.28	0.75	0.21	0.21

Al ser las cantidades pequeñas, se pueden realizar en una sola máquina. En el caso de la tostadora y el molino, se escogió la máquina con el menor consumo de energía para la determinación del consumo eléctrico.

3.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y REAL

3.4.1. CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA

La capacidad de la planta se describe en la Tabla 25. Se relatan las capacidades de todas las máquinas disponibles. La planta realiza el procesamiento de uchujacu cada 2 semanas, ingresando, en condiciones ideales (obtenido del primer balance másico de diagnóstico, el único completo) 548 kg de materia prima (506 kg en inicio que en mezclado se adhieren lenteja y condimentos), obteniendo 430 kg de producto final. Se presentan las cantidades que ingresan cada 10 días a las máquinas del proceso. Se consideró que en 2 semanas se trabajan 10 días 8 horas por día.

Para obtener el porcentaje de utilización de las máquinas, se consideró la capacidad teórica en 8 horas como el 100 % y se comparó con la cantidad que ingresa a cada proceso. En los casos en los que no hay un porcentaje, se debe a que la planta tiene la máquina, pero no la usa y el proceso se realiza manualmente.

Tabla 25. Capacidad de las máquinas instaladas en UNOPAC

Proceso	Maquinaria	Capacidad teórica 8 horas=33 % uso (kg/día)	Cantidad ingresada (kg/día)	Porcentaje de utilización (%)
Recepción de materia prima	Ninguna	N/A	50.6	N/A
Limpieza (trigo y cebada)	Clasificadora de semillas	10908.8	48.6	-
Tostado	Tostadoras	2181.84	48.5	2.22
Limpieza (todos los granos)	Clasificadora de semillas	10908.8	47	-
Mezclado (adición: lenteja y condimentos)	Ninguna	N/A	51.26	N/A
Molienda	Molino	10363.6	51.25	0.49
Tamizado	Ninguna	N/A	48.3	N/A
Envasado y Sellado	Dosificador	1272.72	46.8	-

El índice de utilización de las máquinas indica en primer plano, que la maquinaria está subestimada.

3.4.2. CAPACIDAD DE LA PLANTA

La capacidad de la planta está dada por el número de máquinas y la cantidad que produce (Cortés, 2015). Se considera que se trabajan 20 días al mes y 8 horas diarias y se obtienen las cantidades que se observan en la Tabla 26.

Tabla 26. Capacidad de la planta de la UNOPAC

Máquina	Capacidad teórica (kg/hora)	Días al mes	Horas al día	Capacidad de la planta (kg/mes)
Clasificadora semillas	136.60	20	8	218176.0
Tostadora	272.73	20	8	43636.8
Molino	1295.45	20	8	207272.0
Dosificador	159.09	20	8	25454.4

3.4.3. CAPACIDAD EFECTIVA

La capacidad efectiva es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse en un proceso de la planta con horarios realistas de trabajo y el equipo ya instalado (Carro & González, 2006). Está dada por la eficiencia de las máquinas. La eficiencia de las máquinas que utiliza la UNOPAC en el sector alimenticio es del 90 % en promedio (Campos, 2016). Al multiplicarse por la capacidad de las máquinas, se obtienen los valores de la Tabla 27.

Tabla 27. Capacidad efectiva de las máquinas instaladas en UNOPAC

Máquina	Capacidad de la planta (kg/mes)	Eficiencia (90 %)	Capacidad efectiva (kg/mes)
Clasificadora semillas	218176.0	0.9	196358.4
Tostadora	43636.8	0.9	39273.1
Molino	207272.0	0.9	186544.8
Dosificador	25454.4	0.9	22909.0

La que representa el problema es la máquina tostadora, debido a su capacidad 1 a 4 en comparación de la máquina que le antecede. Esta máquina

es el cuello de botella. La máquina dosificadora, en general tiene la menor capacidad, pero esta actividad se puede ayudar de manera manual.

La capacidad efectiva está dada por la producción que la tostadora realiza, es decir 39273.1 kg/mes.

3.4.4. CAPACIDAD REAL

De acuerdo al balance de diagnóstico completo (balance 1), el producto terminado obtenido en un mes es de 860 kg. Para esta afirmación, se consideró un panorama optimista en el que producen la misma cantidad cada 2 semanas.

Pero para determinar la capacidad real se tomó como referencia la máquina tostadora, que representa el cuello de botella, además de que, conjuntamente con el molino 2, son las máquinas utilizadas.

Para la etapa de tostado ingresan 1009.06 kg/mes. Por otro lado, la cantidad teórica que ingresa al tostado en la propuesta es de 929 kg/mes como se observa en la Tabla 28.

Tabla 28. Comparación entre la capacidad real del diagnóstico y la propuesta

	Capacidades teóricas (kg/mes)		Cantidades en el proceso (kg/mes)	Capacidad real (%)	
	Capacidad de la planta	Capacidad efectiva		Utilización	Eficiencia
Diagnóstico	43636.8	39273.1	1009.06	2.3 %	2.6 %
Propuesta	43636.8	39273.1	928.8	2.1 %	2.4 %

La utilización no considera factores como paros por mantenimiento, debido a que, en la planta en condiciones actuales, no los tiene. No se toma en cuenta que las máquinas pueden funcionar 24 horas al día, los cálculos están realizados en 8 horas que se consideran el 100 %.

Los indicadores productivos dentro de la capacidad real muestran la baja utilización de la mano de obra, del equipo y del espacio. La planta no necesita conseguir capacidad adicional, sino administrar lo que actualmente tiene, eliminando actividades innecesarias. Los planes de producción no siguen un buen camino, como lo indica el porcentaje de eficiencia. Existe una demora considerable desde el ingreso de las materias primas hasta su transformación en producto terminado.

La capacidad instalada utilizada depende de la proyección que la planta tenga para producir. En este caso, la capacidad instalada está subutilizada. Por lo que la producción de uchujacu, si se usan las máquinas disponibles, puede abastecer una demanda mucho mayor.

Por otro lado, la propuesta lanza porcentajes de utilización y eficiencia bajos porque se propuso elaborar la misma cantidad que en el diagnóstico, que fue la petición del personal administrativo. La capacidad de la planta no es un problema, sino el mercado del producto. El replanteamiento de objetivos con el fin de abrir el mercado es fundamental para que la frecuencia de elaboración corresponda con la demanda del mismo.

Para que la planta compense la inversión de maquinaria, instalaciones y gastos del personal y gastos de servicios básicos se considera que debe producir una cantidad promedio de 62548 unidades de 450 g como se puede observar en la Figura 32 con datos que se encuentran en el Anexo 8.

Cabe recalcar que las máquinas y las instalaciones son una donación por parte del Gobierno Provincial de Pichincha por lo que la UNOPAC no ha incurrido en gastos de maquinaria, pero estos valores son considerados para hacer un análisis de equilibrio para justificar el uso de la infraestructura que se les ha brindado.

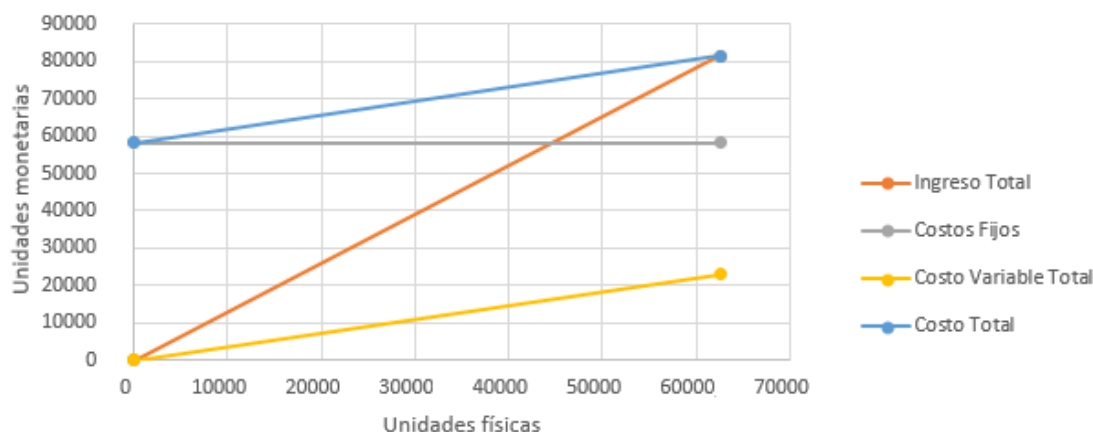


Figura 32. Punto de equilibrio para la planta de UNOPAC

De acuerdo a la capacidad de la maquinaria indicada en la Tabla 25 y a la máquina que ralentiza el proceso, la cantidad en equilibrio se puede producir en dos meses laborables. De manera general, se considera que debe existir un replanteo de objetivos a mediano y largo plazo, además, del plan de crecimiento de UNOPAC.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- A través del diagnóstico de la planta procesadora de granos secos de la UNOPAC, se identificaron problemas en la parte operativa y administrativa. No se cuenta con normativa, 5 de las 7 máquinas que intervienen en el proceso están inoperativas. Además, se encontró que los desperdicios generados se dan por las siguientes causas: la mala distribución de la planta, la falta de orden en las actividades y la falta de capacitación del personal, lo que hace que exista una baja productividad, donde el rendimiento del flujo másico es de 79 %.
- Se diseñó la línea de producción del uchujacu y la propuesta implica la definición del producto, un reordenamiento de actividades, una mejor distribución del espacio disponible sistemas de comportamiento del personal, hojas de control del seguimiento de los procesos. La propuesta no involucra un cambio significativo en el proceso actual. Lo que sí, es el aumento de actividades debido a que todos los granos pasan por el mismo procesamiento. Esto implica un cambio en el comportamiento del personal con el fin de conseguir un producto de calidad con una pérdida de recursos mínima. A partir de la introducción de un producto de calidad, se mejoran las ventas ya que puede competir en el mercado cumpliendo los parámetros reguladores y las exigencias de los consumidores.
- Se realizó una propuesta de balance másico y energético que implica que cada grano tenga el mismo procedimiento y que ingresen en las diferentes proporciones establecidas por la receta tradicional, donde el rendimiento del flujo másico es del 95 %. Se reduce la cantidad de recursos necesarios (materia prima) para elaborar la misma cantidad de producto final. Se utilizan todas las máquinas y al existir un aumento de procesos, existe un consumo eléctrico mayor en la propuesta. Los balances dependerán de la cantidad que desea producir la empresa. Con estos cálculos se puede cuantificar el rendimiento de producción en unidades por tiempo, los costos de cada unidad producida, establecer el precio de venta y el margen de ganancia, considerando los riesgos y los imprevistos.
- Se realizó un análisis de capacidad utilizada y capacidad instalada de la planta con los datos de diagnóstico que indica una subutilización de la misma con un indicador del 2.6 %. Con la propuesta se obtiene la misma cantidad de producto terminado con una utilización de la planta mucho menor (2.1 %) debido a que ingresa una menor cantidad de materia prima. La propuesta implica una utilización de la planta de 8 horas diarias. Para la compensación de costos fijos se propuso una cantidad en equilibrio a realizarse de 62548 unidades.

4.2. RECOMENDACIONES

- Implementar con buenas prácticas de manufactura el estudio, ya que el trabajo se basó en el proceso de elaboración de uchujacu.
- Realizar un estudio de tiempos y de hombre máquina para mejorar el uso de los recursos disponibles de la UNOPAC.
- Realizar la integración social en la producción de cereales por parte de los agricultores socios o no de la organización.
- Realizar una planificación para el control periódico (mensual) de las propiedades organolépticas del producto final.

5. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Amagua, R., Coronel , M., Quintana, T., & Reyes, C. (2016). *Guía BPM para micro y pequeñas empresas lacteas*. Universidad Tecnológica Equinoccial, 6-12.
- Armendariz, L. (2014). *Determinar la capacidad instalada*. Recuperado el 2017, de Prezi: <https://prezi.com/bpyzxwlh-f1w/125-determinar-la-capacidad-instalada/>
- Arthur Fried C.A. (2016). *Máquinas y motores*. Obtenido de Arthur Fried C.A.: <http://arthurfriedca.com/>
- Botanical. (2017). *Propiedades de los alimentos*. Recuperado el 2017, de Botanical Online: <http://www.botanical-online.com>
- Caballero , J., Alonso, S., Gonzalez , D., Alonso , B., Rubio , C., & Hardisson , A. (2006). *Implantación y evaluación del análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC) en las industrias tinerfeñas productoras de Gofio*. Recuperado el 2017, de Scielo: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-1611200
- Caballero, J. (2010). *Estudio toxicológico, higiénicoo sanitario y nutricional del gofio canario*. Obtenido de file:///C:/Users/KARINA%20ANDRADE/Desktop/gofio%20todo.pdf
- Campos, M. (2016). *Eficiencia de los motores*. Obtenido de Mundo eléctrico: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-la-eficiencia-de-los-motores-articulo-tecnico-espanol.pdf>
- Carro, R., & González, D. (2006). *Capacidad y distribución física*. Obtenido de Administración de las operaciones: http://nulan.mdp.edu.ar/1620/1/15_capacidad_distribucion.pdf
- Centro de diseño industrial. (2016). *Punto de equilibrio*. Recuperado el 2016, de Centro de diseño industrial: http://www.fadu.edu.uy/marketing/files/2013/04/punto_equilibrio.pdf
- Centro de promoción de tecnologías sostenibles. (2015). *Guía técnica de producción más limpia para curtiembres*. Recuperado el 2016, de Centro de promoción de tecnologías sostenibles: http://www2.medioambiente.gov.ar/ciplycs/documentos/archivos/Archi vo_353.pd

- CODEX. (1995). *Norma para el trigo y el trigo duro*. Recuperado el 2017, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2797.pdf>
- Cortés, D. (2015). *Capacidad de producción*. Recuperado el 2017, de Capacidad instalada: <https://www.youtube.com/watch>
- Danish Standard. (2011). *Sensorisk analyse*. Obtenido de Dansk standard ISO 11037: webshop.ds.dk/Files/Files/Products/M257628_attachPV.pdf
- De Saja, R. (2001). *El gofio canario*. Recuperado el 2016, de Natural Medicatrix.
- Egas, M. (2015). *Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado de licor de cacao (Theobroma cacao) para la obtención de manteca y polvo de cacao*. Recuperado el 2017, de Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11477/1/CD-6485.pdf>
- El Comercio. (2013). *Cultura culinaria indígena kayambi*. Recuperado el 2016, de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/uchujacu-culinario-kayambi-indigena-interculturalidad.htm>
- FAO. (2017). *Manual de manejo de poscosecha*. Recuperado el 2017, de Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S05.htm>
- FUNIBER. (2016). *Base de datos internacional de composición de alimentos*. Recuperado el 2017, de Fundación Universitaria Iberoamericana: <http://www.composicionnutricional.com/alimentos/>
- Gavidia, H. (2016). *Capacidad instalada y utilizada*. Recuperado el 2016, de Ingeniero Hugo: <http://www.ingenierohugo.com.mx/2014/10/capacidad>
- Gobierno de las Islas Canarias. (2013). *Estudio sobre la producción del sector del gofio en Canarias*. Obtenido de Gobierno de las Islas Canarias: http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/doc/icca/doc/calidad/sector_gofio_canario.pdf
- Graziani, L., Ortiz, L., Lemus, M., & Parra, P. (2002). *Efecto del mezclado de granos de dos tipos de cacao sobre algunas características químicas durante la fermentación*. Recuperado el 2017, de Scielo: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300005
- INEN. (1987). *NTE INEN 1562 Granos y cereales. Arveja seca en grano. Requisitos*. Recuperado el 2017, de Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1562.1987.pdf>

- INEN. (1991). *NTE INEN 1759:1991.Hortalizas frescas. Haba. Requisitos*. Recuperado el 2017, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/1759-C.pdf>
- INEN. (1995). *NTE INEN 0187 (1995): Granos y cereales. Maíz en grano. Requisitos*. Recuperado el 2017, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0187.1995.pdf>
- INEN. (1997). *NTE INEN 1 737 Harina de maiz precocida. Requisitos*. Recuperado el 2016, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1737.1991.pdf>
- INEN. (2004). *NTE INEN 1559 (2004): Granos y cereales. Cebada. Requisitos*. Recuperado el 2017, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1559.2004.pdf>
- INEN. (2012). *Sopas, caldos y cremas. Requisitos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://law.resource.org>
- INEN. (2013). *NTE INEN 1560:2013.Cereales y leguminosas. Lenteja. Requisitos*. Recuperado el 2017, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/1560-1R.pdf>
- Moreno, C. (2015). *Utilización de variedades de maíz, cebada, trigo, quinua y amaranto cultivadas en las provincias de Bolívar, Tungurahua y Chimborazo en la elaboración de harinas altamente nutritivas para el proceso de fabricación de sucedáneos del pan*. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/943/1/L-SENESCYT-0067.pdf>
- Plua, J., & Cornejo, F. (2008). *Diseño de una línea procesadora de cacao artesanal (Theobroma cacao)*. Recuperado el 2017, de Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec>
- Pro alimentos. (2014). *Adquisición de unidades de colada fortificada de fréjol, para el desayuno de educación general básica*. Recuperado el 2016, de Instituto Ecuatoriano de Provisión de Alimentos.
- RTVE. (2014). *Así se hace la harina*. Recuperado el 2017, de Así lo fabrican: <https://www.youtube.com/watch>
- UNOPAC. (1992). *Estatuto de la federación de organizaciones populares de Ayora Cayambe UNOPAC*. Cayambe.

6. ANEXOS

ANEXO 1

CUESTIONARIO PRE CODIFICADO

 <p style="margin: 0;">Universidad Tecnológica Equinoccial</p>  <p style="margin: 0;">FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS</p>	<p>FORMATO</p> <hr/> <p>LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN: ASOCIACIÓN UNOPAC</p>
--	---

CUESTIONARIO UNOPAC

Objetivo: Levantar información de la planta UNOPAC y definir la base cálculo.
Nombre del entrevistado:

Datos generales

1. ¿Número de personas que trabajan en la planta?.....
2. ¿En la planta se realiza exclusivamente procesamiento de granos?
(Respuesta negativa: describa los procesos adicionales)

Si No

-
3. ¿Cuál es la forma de la sociedad?
-

4. ¿Nombre aceptado por la superintendencia de compañías?

Si No

5. ¿Tienen objetivos establecidos? (Respuesta positiva: mencione los principales)

Si No

.....

6. ¿Cuál es el monto del capital total?.....

7. Información sobre los socios y administradores:

Nombre: _____ Cargo: _____

8. Dirección y domicilio de la sociedad.....

9. ¿Tiene acta constitutiva?

Si No

10. ¿Tienen algún tipo de reglamento?

Si No

11. ¿Tiene RUC?

Si No

12. ¿Están afiliados a la Cámara de la Pequeña Industria?

Si No

13. ¿Están afiliados a la Cámara de Comercio?

Si No

14. ¿Están afiliados al IESS?
Si No
15. ¿Relación con el Ministerio de relaciones laborales?
Si No
16. Permisos municipales.....
17. Fuentes de financiamiento
..... Banco
..... Cooperativa de ahorro
..... Fondo sociedad
..... Otros
18. ¿De ser posible podría definir sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas?
Si No

Fortalezas	Oportunidades
Debilidades	Amenazas

19. ¿Se rigen bajo alguna normativa para la elaboración de sus productos?
..... INEN
..... BPM
..... Norma técnica
..... Norma especial
20. ¿Se les ha realizado un checklist BPM?
Si No
21. ¿Tienen algún procedimiento de trabajo escrito?
Si No
22. ¿Tienen Registro Sanitario y Código de Barras? ¿Cuándo se obtuvo?
¿El RS exige ciertos requisitos, en dónde se basaron qué normas?
Si No

.....

23. ¿Cuánto tiempo lleva funcionando la planta?
.....

Productos

24. ¿Qué productos elabora la planta?
.....

25. ¿Con qué frecuencia elabora estos productos?

Producto	Toda la semana	2-3 veces x semana	1 vez x semana	2 veces x mes	1 vez x mes
Uchujacu					
Café de haba					
Machica					
Pinol					
Arroz de cebada					
Morocho					
Otro:					

Mercado

26. ¿Cuáles son sus clientes?

Nombre cliente:

Ubicación:

27. ¿Qué producto, qué cantidad y con qué frecuencia vende a sus clientes?

Nombre:

Producto:

Cantidad:

Frecuencia:

28. ¿Quisiera ampliar su mercado? (Respuesta afirmativa: ¿a qué clientes quiere llegar?)

Si No

29. ¿La frecuencia con la que se elaboran los productos corresponde a la demanda de los mismos?

Si No

Distribución

30. ¿Cómo se distribuyen sus productos? ¿Entrega directa?

31. ¿Tipo de medio de transporte? ¿Propio?

Materia prima: Proveedores

32. Nombre cereal:

Número proveedores:

1-3	3-5	5-más

¿Se localizan en Ayora?.....

¿Pertenece a la organización UNOPAC?

Si No

¿Entregan una cantidad acordada con la planta?

Si No

Menos de 10kg	Entre 10 y 50 kg	Más de 50 kg

Frecuencia de entrega de la cantidad

Por pedido	Toda semana	2-3 veces x semana	1 vez x semana	2 veces x mes	1 vez x mes

¿A qué precio se compra el kilogramo?

¿Tiene algún requisito para aceptar el grano? ¿Cuáles?

Si No

¿Utiliza algún tipo de grano específico? (Respuesta afirmativa: Describa cuál)

Si No

Procesos

33. Cuáles de los siguientes procesos se realizan, marquen con una x.

PROCESO	CEREALES						
	ARVEJA	CEBADA	HABA	LENTEJA	MAIZ	TRIGO	TODOS
RECEPCIÓN							
OTRO:							
PESADO							
OTRO:							
CRITERIO ACEPTACIÓN							
OTRO:							
ALMACENAMIENTO							
OTRO:							
LIMPIEZA							
OTRO:							
CLASIFICACIÓN							
OTRO:							
TOSTADO							
OTRO:							
TRITURADO							
OTRO:							
MOLIDO							
TAMIZADO							
OTRO:							
DOSIFICACION							
OTRO:							
MEZCLADO							
OTRO:							
EMPACADO							
OTRO:							
ETIQUETADO							
OTRO:							
CALIDAD							
OTRO:							
ALMACENAMIENTO							

34. Describa las máquinas que se utilizan

Nombre	Descripción	Capacidad utilizada	Capacidad máxima	¿Es usada? (Si o No)	Tiene instructivo

ANEXO 2

DATOS OBTENIDOS DE LOS BALANCES DE DIAGNÓSTICO POR TRIPLICADO (kg)

Resultados por triplicado del levantamiento de procesos															
	A			B			B1			C			C1		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Trigo	42.27	44.55	40.6	42.27	44.55	40.6	0.23	0.6	0.32	42.1	43.9	40.28	2.9	3	3.08
Cebada	44.09	44.55	41.3	44.09	44.55	41.3	0.55	0.9	0.45	43.55	44.5	40.86	2.8	18	2.84
Maíz	253.6	174.5	88.64	253.6	174.5	88.64	0.68	8.81	2.67	251	165	83.26	N	N	N
Arveja	83.64	89.1	136.4	83.64	89.09	136.4	2.04	2.93	4.77	80.3	85	129.5	N	N	N
Haba	81.82	N	N	81.82	N	N	3.97	N	N	76.48	N	N	N	N	N
Lenteja	33.18	N	N	33.18	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Resultados por triplicado del levantamiento de procesos															
	D			D1			E			E1			F		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Trigo	37.99	36.67	36.09	N	N	N	37.99	39.67	36.09	3.6	1.2	N	34.36	38.5	N
Cebada	40.24	25.24	36.71	N	N	N	40.24	25.24	36.71	4.8	1.4	N	35.44	23.84	N
Maíz	250	163	83.26	2.1	2.1	1.1	248	161	82.11	N	N	N	N	N	N
Arveja	79	83	129.5	1.8	2.6	1.9	77	81	127.6	N	N	N	N	N	N
Haba	76.48	N	N	81.82	N	N	3.97	N	N	N	N	N	N	N	N
Lenteja	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Resultados por triplicado del levantamiento de procesos														
G			F1			H			I			I1		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
512	326	292	9.5	9.5	9.5	490	315	292	483	315	289	14.39	14.42	4.14

Resultados por triplicado del levantamiento de procesos														
J			J1			K			L			Rendimiento (%)		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
468	295	284	3.2	2.6	2.5	444	296	268	444	293	271	79	82	87

ANEXO 3

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Grano/ Característica	Arveja	Cebada	Haba	Lenteja	Maíz	Trigo
Nombre científico	<i>Pisum sativum</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Lens culinaris</i>	<i>Zea mays</i>	<i>Triticum bulgare</i>
Color del grano seco	Crema, verde	Café claro	Verde, crema	Verde, amarilla, roja	Amarrillo, morado	Ámbar
Diámetro grano (mm)	8	6-9.5	7-30 x 5-17	7.0-8.0	1.0-1.7	4.0-8.0
Forma de la vaina	Recta	Cariópside	Recta	Recta	Tubular	Cariópside
Forma del grano	Esférico	Ahusado	Oblongada	Discos	Dentado	Ovoide

(Botanical, 2017)

Grano/Característica	Arveja	Cebada	Haba	Lenteja	Maíz	Trigo
Humedad %	10 – 12	12.0 – 13.0	10.4	8.6	10	12-14.5
Carbohidratos %	61 – 63	65.0 – 72.0	32.5	53.0	74	65-70
Proteína %	20 – 23	10.0 – 11.0	26.1	23.0	9.5	13-15
Grasa %	1.5 – 2.0	1.5 – 2.5	2.1	1.85	5	1.5-2.5
Fibra %	5.0 – 7.0	2.5 – 4.5	27.6	11.7	1	2-2.5
Ceniza %	2.5 – 3.0	2.0 – 3.0	1.3	1.8	0.5	1.5-2

(FUNIBER, 2016) y (Botanical, 2017)

ANEXO 4

REQUISITOS INEN PARA LAS MATERIAS PRIMAS

REQUISITOS INEN							
Grano/Característica	Arveja	Cebada	Haba	Lenteja	Maíz	Trigo	
Específicos		Inocuidad para el consumo; exenta de sabores y olores extraños y de insectos vivos; exenta de suciedad en cantidades peligrosas.					
Físicos (%m/m) máximos	Humedad	12	13	12-13	12	13	14.5
	Materias extrañas	1	3	1	1	2 orgánicos - inorgánicos	1.5 orgánicos, 0.5 inorgánicos
Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	N=5, c=2, m=10 ² , M 10 ³	N=5, c=2, m=10 ² , M 10 ³	N=5, c=2, m=10 ² , M 10 ³	N=5, c=2, m=10 ² , M 10 ³	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN
	Mohos	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	N=5, c=2, m=10 ² , M 10 ³	No existe requisito INEN
	<i>Sclerotium</i> (%m/m)	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	No existe requisito INEN	0.05
Metales (mg/kg)	Plomo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Cadmio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

(INEN, 1987) , (INEN, 2004), (INEN, 1991), (INEN, 2013), (INEN, 1995), (CODEX, 1995)

ANEXO 5

TABLAS PROPUESTAS DE CONTROL DE MATERIA PRIMA

TABLA DE CONTROL DE INGRESO DE MATERIA PRIMA

MES: _____

Número	Fecha	Proveedor	Descripción	Cantidad		Tipo	Lote	Limpieza		Producto		
				Peso	Medida			Transporte	Saco	Seco	Limpio	Sin extraños
1	10/12/2016	Luis Moreno	Maíz	93	lb	Chaucho	23	✓	✓	✓	✓	✓

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Limpieza	T° ambiente:	20 °C
Fecha:	9/1/2017		
Hora:	12:30		
Grano:	Maíz		
Lote:	170109		

# Saco	Peso (lb)
1	80
Total	

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Tostado	T° tostadora:	150 °C
Fecha:	9/1/2017		
Hora:	12:30		
Grano:	Maíz		
Lote:	170109		

# Saco	Peso (lb)	Humedad (%)
1	80	13 %
Total		

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Almacenamiento	T° grano final:	25 °C
Fecha inicio:	9/1/2017	Fecha fin:	
Hora:	12:30	Hora fin:	
Grano:	Maíz		
Lote:	170109		
# Saco	Peso (lb)		
1	80		
Total			

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Molienda	T° grano final:	25 °C
Fecha inicio:	9/1/2017		
Hora:	12:30		
Lote:	170109		

# Saco	Peso (lb)	Humedad (%)
1	80	9 %
Total		

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Almacenamiento	T° ambiente:	25 °C
Fecha inicio:	9/1/2017		
Hora:	12:30		
Lote:	170109		

# Saco	Peso (lb)
1	80
Total	

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Tamizado	T° ambiente:	25 °C
Fecha inicio:	9/1/2017		
Hora:	12:30		
Lote:	170109		

# Saco	Peso (lb)
1	80
Total	

TABLA DE CONTROL ETAPAS DEL PROCESO			
Proceso ocurrido:	Envasado	T° ambiente:	25 °C
Fecha inicio:	9/1/2017		
Hora:	12:30		
Lote:	170109		

Peso inicial	# fundas	Desperdicios
1	80	

ANEXO 6

TABLA DE RELACIONES DE ACTIVIDADES

RMP	U									
Entrada principal	A1	A1	U							
Almacenamiento MP	A1	O	U	U	X					
Limpieza	A1	U	U	O	X					
Tostado	A1	X2	U	U	O	X				
Molienda	A1	U	X2	X2	U	O	I	X		U
Tamizado	A1	U	U	U	X2	I	X	E3		
Empacado	A1	U	U	X	X	X				
Almacenamiento PT	A1	X	X							
Baños	X									

A= Absolutamente necesario
 E=Especialmente importante
 I=Ordinario
 O=No importante
 U=No importante
 X= No deseado

1=Flujo de materiales
 2=Flujo de desechos
 3=Personal

ANEXO 7

CALOR ESPECÍFICO DE LOS GRANOS DE INTERÉS

(%)	Cp/ elemento	Arveja	%*Cp	Cebada	%*Cp	Haba	%*Cp	Lenteja	%*Cp	Maíz	%*Cp	Trigo	%*Cp
Agua	4.18	10.00	0.42	12.50	0.52	10.40	0.43	8.60	0.36	10	0.42	13.5	0.56
Carbohidratos	2.16	61.00	1.32	68.50	1.48	32.50	0.70	53.02	1.14	74	1.60	68.0	1.47
Proteína	2.03	20.00	0.41	10.50	0.21	26.10	0.53	23.02	0.47	9.5	0.19	13.5	0.27
Grasa	1.87	1.50	0.03	2.00	0.04	2.10	0.04	1.85	0.03	5.0	0.09	1.50	0.03
Fibra	1.58	5.00	0.08	3.50	0.06	27.60	0.44	11.70	0.18	1.0	0.02	2.00	0.03
Ceniza	2.01	2.50	0.05	2.50	0.05	1.30	0.03	1.81	0.04	0.5	0.01	1.50	0.03
	Cp / grano (kJ/kg°C)	2.297		2.357		2.166		2.226		2.327		2.395	

ANEXO 8

PRECEDENTES PARA EL PUNTO DE EQUILIBRIO

Datos para elaboración de punto de equilibrio		
Precio de venta unitario	1.3	USD\$
Unidades vendidas	2100	Unidades
Ingreso total	2730	USD\$
Costo fijo total	58268.44	USD\$
Costo variable total	773.68	USD\$
Costo variable unitario	0.36	USD\$
Cantidad en equilibrio	62548.19	Unidades
Valor monetario en equilibrio	81312.65	USD\$

Costos fijos			
Maquinaria	Costos (USD\$)	Costos fijos (USD\$)	
Tostadora	3511	Salarios	364
Molinos	15696	Alquiler	500
Clasificadora de semillas	11540	Servicios básicos (electricidad)	157.44
Dispensadora de producto	5000	Maquinaria	57247
Contenedores de acero inoxidable	17500	Total	58268.44
Balanzas, mesa y preciadora	4000		

Costos Variables						
Cereal	Precios (USD\$/qq)			Promedio	Cantidad (kg/día)	Precio (USD\$/día)
	25	30	25			
Arveja	25	30	25	26.67	7.32	4.33
Cebada	50	45	60	51.67	3.6	4.13
Lenteja	25	30	40	31.67	3.6	2.53
Haba	100	120	90	103.33	7.2	16.53
Maíz	15	20	25	20.00	21.6	9.6
Trigo	13	25	20	19.33	3.6	1.54
					Total mes	773.68