



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

[http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que subscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

PROYECTO DE TESIS:

DISEÑO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ENVASES PARA HUEVOS A PARTIR DE CELULOSA RECICLADA

Presentado por:

JHON ANTONY CAMPOS ACUÑA

Autor del Proyecto de tesis del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de **INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA**. El Resultado obtenido es **00%** (**PORCENTAJE DE SIMILITUD**) por lo cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

El porcentaje de similitud es menor del 20%, establecido como máximo por Reglamento de Evaluación de originalidad.

Ica, 11 de julio del 2022

SANTOS HUMBERTO OLIVERA MACHADO
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**DISEÑO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ENVASES PARA
HUEVOS A PARTIR DE CELULOSA RECICLADA**

Tesis Para Optar El Título Profesional De Ingeniero Químico

PRESENTADO POR:

Bach. Jhon Anthony Campos Acuña

Línea de investigación:

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

ASESORA:

Dra. Ana María Jiménez Pasache

ICA – PERÚ

Dedicatoria

Con mucha alegría y la satisfacción de haber culminado mis estudios en la especialidad de Ingeniería Química, dedico el presente trabajo a mi señora madre Antonina Acuña, a mi padre Ruso Campos. A Dios, por estar siempre a mi lado, darme la oportunidad y fortaleza necesaria para llegar a este gran momento.

Agradecimientos

A mi asesora Dra. Ana María Jiménez Pasache, por su valioso apoyo y por toda la colaboración brindada en este trabajo.

Índice de contenidos.

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos	3
Índice de contenidos.....	3
Índice de tablas.	6
Índice de figuras.....	7
Resumen	9
Abstract.....	10
I. Introducción.	11
II. Estrategia metodológica.	15
III. Resultados.	18
3.1. Definición del proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada	18
3.2. Operaciones y Procesos de envases para huevos a partir de celulosa reciclada	19

3.2.1.	Operaciones y procesos unitarios	20
3.2.2.	Etapas del proceso	22
3.3.	Descripcion de las etapas del proceso	23
Etapa 1:	Abastecimiento de materia prima	23
Etapa 2:	Disgregación de materia prima.....	24
Etapa 3:	Separación de impurezas y recuperación de pulpa.	26
Etapa 4:	Acondicionamiento de la pulpa	28
Etapa 5:	Homogenización de consistencia de la pulpa	29
Etapa 6:	Moldeado de pulpa.....	29
Etapa 7:	Secado de bandejas	32
Etapa 8:	Producto Terminado.....	34
3.4.	Diagramas del proceso	36
3.4.1.	Diagrama de Bloque.....	36
3.4.2.	Diagrama de flujo.....	38
3.5.	Resultados y condiciones de la operación del proceso	39
3.5.1.	Análisis de la Concentración de la pulpa (%P/V).....	39
3.5.2.	Acondicionamiento en el tanque de disgregación.....	43
3.5.3.	Acondicionamiento de pulpa.	45
3.5.4.	Consistencia en el tanque de agitación.	46
3.5.5.	Moldeado de Pulpa.....	49
3.5.6.	Secado de bandejas.....	50
3.5.7.	Perdida de humedad en control de túnel de secado.....	51
3.5.8.	Producto terminado	53

3.5.9. Eficiencia de proceso.....	54
IV. Discusión.....	56
V. Conclusiones.....	58
VI. Recomendaciones.....	60
VII. Referencias bibliográficas.....	61
VIII. Anexos.....	63

Índice de tablas.

Tabla 3.1. Calculo de concentración de pulpa	42
Tabla 3.2. Ingreso de alimentación del tanque	44
Tabla 3.3. Datos de consistencia	45
Tabla 3.4. Consistencia y cantidad de agua agregada en tanque de agitación.....	47
Tabla 3.5. Datos de succión en la etapa de moldeado.....	50
Tabla 3.6. Registro de temperaturas del horno	51
Tabla 3.7. Registro de perdida de humedad	52
Tabla 3.8. Registro de peso de productos terminados	53
Tabla 3.9. Calculo de eficiencia del proceso	54
Tabla 3.10: Parámetros y condiciones de fabricación de operación del proceso.....	55

Índice de figuras.

Figura 3.1 Imagen de materia prima	18
Figura 3.2 Imagen de producto terminado.....	19
Figura 3.3 Papel reciclado y cartón reciclado.....	23
Figura 3.4 Faja transportadora.....	23
Figura 3.5 Disgregacion de hidropulper	24
Figura 3.6 Parte interna del hidropulper	25
Figura 3.7 Diagrama de recepcion de pulpa	25
Figura 3.8 Separador Ciclonico.....	26
Figura 3.9 Desfibrador	27
Figura 3.10 Imagen de planta etapa de filtracion.....	27
Figura 3.11 Imagen de planta pulpa de celulosa tanque de acondicionamiento	28
Figura 3.12 Insumo cartacol.....	28
Figura 3.13 Homogenizacion de pulpa.....	29
Figura 3.14 Tina de moldeado.....	29
Figura 3.15 Molde de pulpa	30
Figura 3.16 Contra molde de pulpa	31
Figura 3.17 Secado de badejas	32
Figura 3.18 Quemador:tipo lanza llama	33
Figura 3.19 Ventilacion del secado	33
Figura 3.20 Extractor	34
Figura 3.21 Producto terminado	35
Figura 3.22 Diagrama de bloque	36
Figura 3.23 Diagrama de flujo proceso de envases para huevos a partir de celulosa reciclada...38	

Figura 3.24 Diagrama de flujo con equipos con equipos y accesorios.	38
Figura 3.25 Toma de muestreo en el tanque de agitacion.....	39
Figura 3.26 Toma de muestra de pulpa	40
Figura 3.27 Pesaje de papel filtro	40
Figura 3.28 Filtrado de pulpa	42
Figura 3.29 Secado de muestra.....	41
Figura 3.30 Muestra deshidratada	42
Figura 3.31 Esquema del tanque de disgregacion.....	44
Figura 3.32 Esquema del tanque de acondicionamiento de pulpa	45
Figura 3.33 Esquema del tanque de agitacion	47
Figura 3.34 Esquema del proceso de moldeado	49
Figura 3.35 Peso de carton seco	54

Resumen

El objetivo general de esta investigación fue diseñar y establecer parámetros un proceso para la elaboración de envases para huevos a partir de celulosa reciclada. Para lograrlo, se identificaron normas asociadas a la elaboración de envases para huevo a partir de celulosa reciclada, se definieron las etapas del proceso y se determinaron los parámetros óptimos en el proceso de fabricación. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y descriptiva, y fue de nivel propositiva. Se procesó la información de campo recolectada utilizando análisis de concentración de pulpa en las etapas de operación y cada etapa del proceso está diseñada para garantizar la calidad del producto final. Se determinaron los parámetros óptimos en el proceso de fabricación y se aseguró que cumplieran con normas y regulaciones aplicables. Se logró diseñar un proceso de elaboración de envases para huevo a partir de celulosa reciclada, definiendo cada etapa del proceso y determinando los parámetros óptimos para obtener un producto de alta calidad y cumplir con los estándares ambientales y de seguridad. Se observó una pérdida promedio de humedad del 70%, lo que indica un proceso adecuado de secado de los envases de papel. Finalmente, se evaluó el peso de los productos terminados y se calculó la eficiencia del proceso. Se logró mantener el peso objetivo de los envases en 60 gramos, con una tolerancia de error de ± 3 gramos, y se obtuvo una eficiencia del proceso del 70% o más. Esto demuestra la capacidad de las operaciones para trabajar dentro de las condiciones establecidas y sugiere la viabilidad del proceso en términos de producción eficiente y consistente.

PALABRAS CLAVES: elaboración, envases, celulosa reciclada, proceso, normas

Abstract

The general objective of this research was to design and establish parameters for a process for the production of egg containers from recycled cellulose. To achieve this, standards associated with the production of egg containers from recycled cellulose were identified, the stages of the process were defined, and the optimal parameters in the manufacturing process were determined. The research had a quantitative approach, of an applied and descriptive type, and was of a propositional level. The collected field information was processed using pulp concentration analysis in the operation stages and each stage of the process is designed to guarantee the quality of the final product. The optimal parameters in the manufacturing process were determined and it was ensured that they complied with and applicable standards. It is perfected to design a process for the elaboration of egg containers from recycled cellulose, defining each stage of the process and determining the optimal ones to obtain a high quality product and comply with environmental and safety standards. An average moisture loss of 70% will be removed, indicating an adequate drying process for paper packaging. Finally, the weight of the finished products was evaluated and the efficiency of the process was calculated. The target weight of the containers will be maintained at 60 grams, with an error tolerance of ± 3 grams, and a process efficiency of 70% or more will be obtained. This demonstrates the ability of the operations to work within the established conditions and suggests the feasibility of the process in terms of efficient and consistent production.

KEY WORDS: processing, packaging, recycled cellulose, process, standards

I. Introducción.

El embalaje es importante para la preservación de los productos y contribuye con la economía de los procesos. Además de brindar protección básica a los bienes que se encuentran en su interior, el empaque ayuda a promover su valor. Puede ofrecer conveniencia en el manejo y exhibición [1]. Se prevé que el mercado mundial de envases supera el billón de dólares en 2023. Sin embargo, el empaque también ha sido objeto de preocupaciones sobre la sostenibilidad ambiental. Cada año, se utilizan grandes cantidades de materiales de embalaje con la expectativa de un solo uso y eliminación [2]. Una gran parte de ellos están hechos de materiales no biodegradables y no renovables, como plásticos, vidrio y metales en aplicaciones de embalaje, incluso su incineración afecta al medio ambiente.

Según los autores Sánchez et al. (2018) [22], los envases para huevos fabricados a partir de celulosa reciclada tienen una serie de ventajas en comparación con los envases tradicionales de plástico o poliestireno expandido. Los empaques de cartón fabricados a partir de celulosa reciclada se han convertido en una alternativa popular y sostenible en la industria del embalaje. En un estudio realizado por Abreu et al. (2018) [23], se demostró que los empaques de cartón reciclado presentan un menor impacto ambiental que los empaques de cartón virgen. Además, los autores señalaron que la fabricación de empaques de cartón a partir de celulosa reciclada reduce la emisión de gases de efecto invernadero en un 50% en comparación con la fabricación de empaques de cartón a partir de pulpa de madera virgen.

En otro estudio realizado por Bajpai (2019) [24], se demostró que el cartón reciclado puede ser utilizado como una alternativa viable para la fabricación de empaques en la industria alimentaria. Los autores señalaron que los empaques de cartón reciclado son seguros para el contacto con alimentos y no presentan riesgos para la salud humana. Por otro lado, un estudio realizado por Vanegas-Arias et al. (2020) [25] demostró que la calidad de los empaques de cartón a partir de celulosa reciclada puede verse afectada por la presencia de impurezas en la materia prima. Los

autores señalaron que la eliminación de las impurezas durante el proceso de reciclaje es esencial para garantizar la calidad y la resistencia del cartón reciclado.

Los envases no reciclables y compostables generan una gran demanda en la industria alimentaria, lo cual provoca una importante contaminación ambiental en diferentes ecosistemas, como el terrestre, fluvial y oceánico. La escala de uso y desperdicio de recursos por parte de la industria de comida para llevar es considerable y sigue aumentando [3]. China, es el mayor productor y consumidor de envases de comida para llevar del mundo, genera cerca de 350 kT/día de envases para llevar, con 40 000 millones de cajas de plástico para comida para llevar desechadas en 2019. Los envases de alimentos representan alrededor de un tercio de la contaminación total de fabricación, flujo de desechos y su demanda de agua [4].

Los envases de cartón para huevos se utilizan para envasar huevos con características específicas. De hecho, a menudo subestimamos la importancia de los cartones de huevos en nuestra vida diaria. Muchos clientes están interesados en conocer el proceso de fabricación de los cartones y las cajas de huevos [5]. En la actualidad, el producto principal en el mercado es un cartón de huevos moldeado con pulpa, que no solo es biodegradable, sino que también tiene un proceso de fabricación de cartón de huevos particularmente simple.

El empaque es un componente importante en el manejo, almacenamiento y transporte de los huevos desde las granjas avícolas hasta los consumidores. La función principal del empaque del huevo es la protección del huevo mediante la prevención de la rotura del cascarón [3]. Según Thompson y Hamilton (1986), se rompen más huevos durante el transporte que en cualquier otro paso durante el procesamiento y la distribución. Los huevos dañados causan pérdidas económicas de dos maneras: no pueden venderse como huevos de primera calidad, y la aparición de grietas en los poros aumenta el riesgo de contaminación bacteriana de los huevos dañados y de otros huevos al filtrarse, creando problemas de calidad y seguridad alimentaria.

Para las empresas de avicultores, granjeros, alimentos, clasificación de huevos y comercialización, las principales prioridades son entregar un producto seguro que sea aceptado por los consumidores [6]. La rotura o agrietamiento de las cáscaras de los huevos en los canales de mercado es una preocupación seria y los productores de huevos deben ser conscientes de ello porque las consecuencias económicas de las fallas de las cáscaras son significativas [1]. El papel se ha convertido en un fenómeno increíble tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo como Perú. La variabilidad de las materias primas es un problema práctico general para la producción de bandejas de huevos en Perú [7].

La industria se enfrenta al desafío de garantizar la solidez satisfactoria de sus productos. La producción sostenible de bandejas de papel para huevos con calidad consistente y aceptable

requiere una comprensión integral de los materiales fibrosos utilizados, los cuales están volviéndose más heterogéneos debido a que una gran proporción de la pulpa y el papel a nivel mundial se produce utilizando materiales que han sido sometidos a un proceso de reciclaje y reprocesamiento para obtener pulpa y papel [8]. El proceso de fabricación de cartones de huevos es similar al proceso de fabricación de bandejas de huevos con papel de desecho.

Por lo general, es necesario emplear un pulper, una máquina de moldeo de pulpa, un sistema de secado y empaque. Si bien la principal diferencia es el diseño de los troqueles de moldeo de pulpa, que se pueden personalizar. Los productos de pulpa celulósica moldeada brindan alternativas ecológicas a varios sistemas de empaque a base de petróleo [9]. Tienen una larga historia de uso confiable para aplicaciones tales como bandejas de huevos y envío de frutas. Recientemente, se han utilizado cada vez más para el embalaje de productos electrónicos, botellas de vino y artículos especiales. Los productos de pulpa moldeada se usan especialmente en aplicaciones que requieren capacidad de amortiguación, así como cuando es importante hacer coincidir las formas de los artículos empacados [2].

Los productos de pulpa moldeada, que a menudo se elaboran con fibras celulósicas recuperadas, se utilizan cada vez más para el embalaje y envío de objetos tridimensionales [10]. Dichos productos, que se forman por deshidratación de suspensiones de pulpa celulósica, pueden tener una amplia gama de formas tridimensionales. Desde alrededor de 1890, los sistemas de pulpa moldeada se han utilizado para cartones de huevos (Keyes 1890).

Al respecto, investigaciones precedentes aportan información relevante, considerando que la pulpa alcalina es la más eficaz para obtener un alto rendimiento de la pulpa de celulosa, una alta cristalinidad y una baja proporción de lignina [10]. los productos ecológicos fabricados a partir del reciclaje tienen un buen rendimiento comparable al de los productos fabricados con materiales vírgenes [7]. la composición óptima era una mezcla 50:50 de pasta de papel de oficina y cartón ondulado ofrecen contenedores duros, resistentes y permeables, estos envases tienen una baja absorción de agua [6].

En base a la información recogida, el 96% de los encuestados está de acuerdo en que Perú sufre los estragos de la contaminación ambiental como un problema global [11]. Asimismo, el 86% está dispuesto a reducir el impacto ambiental de los residuos de envases desechables que se ofrecen en los restaurantes. Durante el proceso de preparación estructural de los envases biodegradables, se llevan a cabo una serie de pasos. Primero, las láminas se lavan para asegurar su limpieza. Posteriormente, se prensan moderadamente y se secan a una temperatura de 30 °C durante 12 horas, alcanzando un contenido de humedad del 12%. Luego, se fabrica el cartón, el cual actuará como la estructura interna del envase [9]

Por lo que, el propósito de la presente es diseñar un proceso para la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada, resaltando que los materiales reciclados son actualmente la alternativa más conocida para reducir los residuos de papel y cartón, estos materiales han sido descubiertos y mejorados y su uso en la industria va en aumento. En la elaboración de envases y embalajes, el cartón ondulado suele ser el material más utilizado en el proceso de fabricación porque reduce los costes de producción y venta, y además es fácil de moldear según la demanda y los requisitos del artículo a producir. y su resistencia. En la industria alimentaria, desempeñan un gran papel, sobre todo cuando se utilizan para construir los envases y embalajes que contienen los alimentos desde la materia prima hasta su consumo y puesta en el mercado.

Todo esto crea una justificación económica y medioambiental, considerando los envases un aspecto importante de la economía. Además de proporcionar una protección básica a los productos que contienen, el envase también ayuda a promover su valor, sabiendo que los huevos rotos causan un daño económico de dos maneras no pueden venderse como huevos de primera calidad porque las consecuencias económicas de los defectos de la cáscara son importantes.

Este estudio es importante porque se convertirá en una base para otros estudios y apoyará el desarrollo del trabajo sobre la producción de cartones de huevos a partir de celulosa reciclada y también en el proceso de desarrollo. de sistemas, ya que se creará por defecto. Con el conocimiento de la organización, la investigación, la planificación, el desarrollo y la implementación para mejorar y probar los componentes secundarios completos, incrementales y de descubrimiento; asimismo, se integrará un sistema teórico conciso y se seleccionarán los mejores autores.

Para lo que se planteó como objetivo general: diseñar un proceso para la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada. Por lo que fue necesario: identificar las normas asociadas a la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada, definir las etapas del proceso para la fabricación de los envases para huevos a partir de celulosa reciclada y determinar los parámetros óptimos en el proceso de fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada.

II. Estrategia metodológica.

Los envases para colocar los huevos de gallinas, son obtenidos por la celulosa de los árboles, en la que son moldeadas para almacenar la cantidad requerida por los consumidores. Los huevos de las gallinas tienen muchos beneficios para nuestra salud, y los consumimos cotidianamente. A nivel comercial es utilizado en diversos puestos de ventas directos hasta en lugares de venta de comida, sin embargo, los desechos que se originan como los envases en que llega el alimento, son terminados en los botaderos de residuos sólidos lo cual aumenta la contaminación del medio ambiente. Frente a esta problemática se plantea una alternativa de tecnológica que permite aprovechar este tipo de residuo para obtención de productos reciclables, en la que contribuye con resolver el problema de desechos y minimización de la contaminación ambiental.

Problema General

- ¿Cuál es el diseño óptimo de proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada?

Problemas específicos

- ¿Qué etapas de proceso se requieren para la fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada?
- ¿Cuáles son las variables e indicadores en el proceso de fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada?

Objetivo General

- Diseñar un proceso para la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada.

Objetivos Específicos

- Definir las etapas del proceso para la fabricación de los envases para huevos a partir de celulosa reciclada.
- Determinar los parámetros en el proceso de fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada.

Hipótesis y Variables de Investigación

Hipótesis general

- El diseño del proceso de obtención de envases para huevos será óptimo usando y controlando las variables a partir de celulosa recicladas.

Hipótesis específicas

- Que variables e indicadores se establecerán en el proceso.

Variables de Investigación

Dado que el presente proyecto pretende desarrollar a escala productiva como es el diseño una planta de envases de celulosa en función a la hipótesis planteada: Las variables han sido clasificadas en el siguiente orden.

Variable Independiente

- Mezcla de materia prima.
- Temperatura de Secado.
- Concentración de celulosa.

Variable Dependiente

- Proceso óptimo de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada.

Variable Interviniente

- Temperatura ambiental.
- Tipo de material celulósico reciclado.
- Humedad del medio ambiente

Esta investigación aplica un enfoque cuantitativo, porque hace un balance de los insumos utilizados para la obtención de los envases para huevos y determina el rendimiento del proceso; de tipo aplicada; es una investigación aplicada a la industria alimentaria que permite preservar el producto para su transporte y consumo; y descriptiva, porque, se detalla las condiciones de cada etapa del proceso para obtener un producto de óptima calidad. Considerando que en esta investigación se pretendió diseñar un proceso para la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada.

En cuanto al nivel, esta fue de nivel propositivo, considerando que las investigaciones propositivas son actividades o descubrimientos que proporcionan modelos, dan respuesta a la pregunta concreta que se ha planteado [14], cual es el diseño óptimo de proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada de lo anterior teniendo en cuenta el objetivo de

investigación es el diseño es de proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada. El proceso de desarrollo de la búsqueda fue el siguiente:

- Etapa de preparación: Selección del problema que se quiere resolver y buscar información sobre el mismo. Diseño y definición de los métodos de trabajo y las estrategias de investigación. Definición de las incógnitas, las variables principales, el tamaño del estudio y las variables dependientes, y definir los instrumentos y materiales de investigación.
- Etapa de trabajo de campo: Visita al lugar donde se realizó el estudio y selección de las técnicas de recogida de datos para definir el proceso de planificación del control.
- Etapa de análisis: Preparación y realización de técnicas cualitativas sobre el tema de esta investigación y analizar los resultados. Examinación de las variables, los procesos y las representaciones gráficas de los datos recogidos y analizar los resultados.

Los instrumentos se seleccionaron en función de los objetivos perseguidos por la investigación, principalmente en relación con las variables e indicadores correspondientes, lo que me permitió reunir información inicial y significativa sobre el objeto de la investigación. Los instrumentos fueron las herramientas físicas utilizadas por los investigadores para recopilar información [15]. En este sentido, a continuación, se enumerarán las herramientas utilizadas en esta investigación:

- Lista de control
- Portátil

Para procesar la información de campo recolectada durante el desarrollo de este estudio, se utilizó el análisis estadístico descriptivo para interpretar los resultados, los datos fueron procesados en Microsoft Office Excel De igual forma, estos resultados se presentaron como datos, teniendo en cuenta que el propósito del procesamiento utilizado es mostrar tendencias o difundir dichos datos. El procesamiento y el análisis de los datos permitió extraer conclusiones fiables.

III. Resultados.

3.1. Definición del proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada

El proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada es un conjunto de operaciones y etapas que se realizan con el objetivo de transformar el papel y cartón reciclados en envases para la protección y almacenamiento de huevos. Este proceso comienza con la alimentación de los residuos de papel y cartón. A continuación, los residuos son disgregados en agua en un tanque de disgregación para separar las fibras de celulosa de las impurezas. Luego, se lleva a cabo un proceso de separación de las impurezas a través de un separador ciclónico, seguido de la separación de las fibras a través de un desfibrador y recuperado en la zaranda.

La pulpa resultante es recirculada al tanque de pulpa, en este tanque, se agrega cartacol para cerrar los poros para facilitar la unión de las partículas de celulosa. La mezcla resultante es vertida en moldes de malla que se colocan en una tina de formado. A través de una bomba de vacío, se succiona el agua para darle forma a los moldes y extraer el exceso de agua, y posteriormente se lleva a cabo un proceso de secado de las bandejas resultantes.

Finalmente, se realiza un control de calidad del producto terminado, donde se verifica el peso y se descartan aquellos con defectos visibles en el empaque. Los envases para huevos son empacados en paquetes por pallet, y pueden ser enviados al mercado para su comercialización.



Figura 3.1 Imagen de materia prima (Pacas de papel y cartón)

Fuente: Elaboración propia

En resumen, el proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada consiste en una serie de etapas que incluían la disgregación de la materia prima, la separación de impurezas, la recuperación de la pulpa, el moldeado y secado de las bandejas y la verificación de la calidad del empaque. Todo ello se llevaba a cabo utilizando diferentes equipos y herramientas, como insumos químicos como cartacol, para garantizar la calidad del producto final.



Figura 3.2 Imagen de producto terminado (Envases para huevos de 30 unidades)

Fuente: Elaboración propia

3.2. Operaciones y Procesos de envases para huevos a partir de celulosa reciclada

El proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada incluyó diversas operaciones y procesos unitarios que permitieron la obtención de un producto final de alta calidad y resistencia. Se llevaron a cabo diversas operaciones, como la agitación de la pulpa de celulosa reciclada para la mezcla con agua, la separación mecánica para la eliminación de impurezas, la transferencia de calor para el secado y la formación de los envases. Asimismo, se empleó bombas centrífugas en el transporte de fluidos para el movimiento de la pulpa.

Uno de los procesos unitarios más relevantes agregar un agente químico como el cartacol, en la que se añadió una solución a la pulpa de celulosa reciclada para mejorar sus propiedades. La mezcla se llevó a cabo en un agitador, donde se mezcló la pulpa con la solución, tras un tiempo determinado.

3.2.1. Operaciones y procesos unitarios

Para la producción de cartón, se llevaron a cabo varias operaciones y procesos unitarios en diferentes etapas del proceso.

- En la primera etapa:

Se llevó a cabo la operación de transporte de fluidos mediante el abastecimiento de materia prima. Se abastecieron aproximadamente a 360 kg de cartón y 240 kg de papel por hora.

- En la segunda etapa:

La disgregación de la materia prima, se mezcló el papel y el cartón con agua recirculada que proviene de la recuperación de succión en la bomba de vacío. El tanque de disgregación tiene una capacidad de 15 m³ y se circuló la mezcla para obtener una pasta uniforme.

- En la tercera etapa:

Se llevó a cabo la operación de separación mecánica mediante un separador ciclónico, también se realizó la operación de separación de fibras de impurezas mediante un equipo de tamiz y presión de zaranda.

- En la cuarta etapa

Se realizó la operación de mezcla con un agente químico mediante la adición de cartacol en el tanque de pulpa filtrada.

- En la quinta etapa

Se realizó la mezcla de fluidos mediante la transferencia de la pulpa al tanque de acondicionamiento y agua, donde la concentración de la pulpa baja para dar una mejor unión de partículas de celulosa.

- En la sexta etapa:

Se llevó a cabo la operación de moldeado mediante el uso de un molde de mallas para dar forma al cartón. La pasta de pulpa se bombeó a través de la bomba de vacío para succionar el agua y darles forma a los moldes.

- En la séptima etapa:

Se realizó la operación de transferencia de calor mediante el secado de las bandejas de cartón.

- En la octava etapa:

Finalmente se llevó a cabo la operación de transporte de fluidos mediante el control de peso y defectos de forma en el producto terminado.

Operaciones:

1. **Agitación:** La agitación fue una operación fundamental en la elaboración de los envases de celulosa reciclada. Se utilizó en varias etapas del proceso, como en la disgregación de la pulpa y en la mezcla de la suspensión de pulpa con agua. Para la agitación se emplearon equipos, como agitadores mecánicos de tipo paleta.
2. **Separación mecánica:** La separación mecánica fue una operación que se utilizó para eliminar impurezas y materiales no deseados de la pulpa de celulosa reciclada. Se utilizaron diferentes equipos y métodos, como tamices, cribas, filtros y mallas metálicas.
3. **Transferencia de calor:** La transferencia de calor es una operación que se utilizó para secar y dar forma a los envases de celulosa reciclada. Se empleó un método que se conoce como secador de túnel el cual se consistía en diferentes equipos, como extractores, hornos y secadores, que proporcionaron calor mediante radiación.
4. **Transporte de fluidos:** El transporte de fluido se usa principalmente para mover la pulpa de celulosa reciclada y el agua que se aplican en el proceso para esto se utiliza las tuberías y bombas centrifugas.

Procesos unitarios:

1. **Hidrofobización:** La hidrofobización fue un proceso unitario que se utilizó para mejorar las propiedades de la pulpa de celulosa reciclada. En este proceso, se añadió una solución alcalina a la pulpa, lo que provocó de los componentes de la pulpa no sean tan flexibles en la absorción de agua. La hidrofobización se realizó en un agitador en el que se mezcla la pulpa con la solución química.

En conclusión, las operaciones y procesos unitarios descritos fueron fundamentales para la elaboración de envases de celulosa reciclada para huevos. Su correcta implementación permitió obtener un producto final de alta calidad, resistencia y durabilidad.

3.2.2. Etapas del proceso

A continuación, se describe detalladamente el proceso de elaboración de envases para huevos a partir de celulosa reciclada, el cual consta de varias etapas que se llevan a cabo de manera secuencial:

1. Etapa 1: Abastecimiento de materia prima.
2. Etapa 2: Disgregación de materia prima.
3. Etapa 3: Separación de impurezas y recuperación de pulpa.
4. Etapa 4: Acondicionamiento de pulpa.
5. Etapa 5: Homogenización de consistencia de Pulpa.
6. Etapa 6: Moldeado de pulpa.
7. Etapa 7: Secado de bandejas
8. Etapa 8: Producto terminado.

Cada etapa del proceso es fundamental para garantizar la calidad del producto final y debe ser cuidadosamente controlada y monitoreada para cumplir con las normas y regulaciones ambientales y de seguridad.

3.3. DESCRIPCION DE LAS ETAPAS DEL PROCESO

Etapa 1: Abastecimiento de materia prima

El proceso comienza desde el abastecimiento de materia prima la cual son papel y cartón respectivamente la cuales se encuentran apiladas en forma de fardos o también llamados pacas que son recolectadas ya que se obtienen de fuentes variadas, como residuos de hogares, empresas y establecimientos comerciales en cual es prensado.



Figura 3.3: Papel reciclado y cartón reciclado

Fuente: Elaboración propia

Para abastecer al proceso de materia prima se usa una faja transportadora que tiene una balanza incorporada, con la finalidad de poder controlar la relación de mezcla de peso de materia prima de cartón y papel que se está abasteciendo.



Figura 3.4: Faja transportadora

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: Disgregación de materia prima

La disgregación de materia prima consiste en la separación de fibras de la materia prima que se lleva a cabo en equipo llamado PulperHidráulico que se usa para disgregar las pacas de papel y cartón corrugado que se abastecen, para llegar a disgregar estos de forma rápida se le mezcla con agua recirculada, esta agua recirculada tiene una temperatura más elevada debido a que proviene de la bomba vacío que trabaja a presiones bajas el cual al momento de sellar el agua con la mezcla de aire comprimido se calienta el agua donde se recupera y se recircula desde la etapa de moldeado.

La materia prima que entra contiene una gran cantidad de impurezas por eso dentro de esta etapa se elimina cierta cantidad de impurezas a través de un tecla que tiene incorporado un molde metálico que funciona como un rastrillo para retirar impurezas como plástico rafias, así como también el hidropulper tiene en el fondo un imán que atrapa los metales de la pulpa.



Figura 3.5: Disgregación en el hidropulper

Fuente: Elaboración propia

La capacidad del tanque de disgregación es de 15 m³ la cual en la parte inferior del pulper contiene unas cuchillas con la finalidad de separar el cartón y pulpa en partículas finas y formar la pasta o pulpa de celulosa donde se bombea al pozo que almacena la pulpa.



Figura 3.6: Parte interna del hidropulper

Fuente: Elaboración propia

Anteriormente en el tanque de disgregación se forma una pulpa espesa que contiene gran cantidad de impurezas y es bombeada al pozo subterráneo de 15 m³ al cual se encuentra incorporado un agitador, la pulpa por medio de una bomba es transportada a las etapas de filtración. En la siguiente figura se esquematiza esta etapa de disgregación



Figura 3.7: Diagrama de la recepción de pulpa

Fuente: Elaboración propia

La finalidad del pozo 2 es la bomba centrífuga que transporta el fluido debido al continuo trabajo de bombeo y posibles fallas tiende desprender pulpa.

ETAPA 3: SEPARACIÓN DE IMPUREZAS Y RECUPERACIÓN DE PULPA.

El separador ciclónico, un ciclón separa partículas gruesas de partículas finas por medio de corrientes de aire, esto funciona para separar impurezas de materias sólidas en la pulpa que sale del pozo puede contener metales, vidrios otros que contienen un peso considerable. En este separador por medio de gravedad se separan las impurezas como metales, vidrios madera que no se pudo limpiar en el hidrociclón.



Figura 3.8: Separador ciclónico (hidrociclón)

Fuente: Elaboración propia

La pulpa contiene una consistencia elevada, para separar las fibras de celulosa se usa el desfibrador para esto el equipo cuenta con un con 2 discos uno ranurado y otro perforado que con la presión la pulpa destruye grumos que salen del pulpero, esta pulpa que pasan el filtro es llevada su continuo proceso en el tanque de acondicionamiento, lo que posteriormente es rechazado son llevados a la zaranda.



Figura 3.9: Desfibrador

Fuente: Elaboración propia

Zaranda

En la Zaranda, el movimiento vibratorio de la zaranda conteniendo pulpa sobre el tamiz de 0.3 mm de perforación que se desarrolla de forma horizontal que trabaja con un motor de vibración y mezclando la pulpa con agua va produciendo el avance de las fibras de pulpa por los micro saltos a lo largo del tamiz, el cual la pulpa recuperada es devuelta al poso para su continuo proceso.



Figura 3.10: Imagen de planta de la etapa de filtración (desfibrador y zaranda)

Fuente: Elaboración propia

Etapa 4: Acondicionamiento de la pulpa

En el tanque de pulpa de 5 m³ funciona con un agitador de paleta instalada a 1200 RPM es para mantener la homogenización de la mezcla con el insumo que se le agrega llamado Cartacol.



Figura 3.11: Imagen de planta de la pulpa de celulosa en tanque de acondicionamiento

Fuente: Elaboración propia

Cartacol

Se adiciona en el tanque de pulpa en el proceso, para la formación del molde se hecha el cartacol 4L por hora la función de este insumo es formar un efecto hidrofóbico en las fibras de celulosa, así como cerrar los poros que pueda formar en el proceso de moldeado.



Figura 3.12: Insumo Cartacol

Fuente: Elaboración propia

Etapa 5: Homogenización de consistencia de la pulpa

En el proceso se tiene dos tanques de agitación que trabajan a 1200 RPM y con una capacidad de 5 m³ están conectados para tener una cantidad suficiente de pulpa para abastecer de forma continua a la tina de proceso.



Figura 3.13: Homogenización de pulpa

Fuente: Elaboración propia

Etapa 6: Moldeado de pulpa

En el proceso de moldeado consta de varios equipos:

Tina de pulpa: Es donde circula la pulpa que llega de los tanques de agitación y su estructura contiene los moldes el cual van a estar continuamente succionando la pulpa, la capacidad de estas tinas es de 700 litros y contiene una bomba de recirculación en caso de desbordes.



Figura 3.14: Tina de moldeado

Fuente: Elaboración propia

Moldes de cartón: Forma parte de la tina en el cual el molde es enmallado para retener las fibras de pulpa es un cuadrante de 5 moldes de largo y 4 moldes de alto.



Figura 3.15: Molde de pulpa

Fuente: Elaboración propia

Bomba de vacío: Es un equipo mecánico diseñado para la succión a través de las mallas los líquidos que se encuentran en la pulpa del interior de recipientes como la tina de moldeado, mediante el trasiego de los gases/fluidos que contienen. Este flujo genera una diferencia de presión medida en relación a la presión atmosférica o con referencia a un punto de trabajo concreto, la finalidad del quitar del del molde toda el agua posible que se encuentre en le pulpa y formar el molde, el agua que se recupera por medio del trabajo a presiones bajas el agua tiende a elevar su temperatura esta condición hace que se aproveche para poder recircularse para la operación del tanque de disgregación.

Compresor de aire: El equipo de compresor de aire sirve para aumentar la presión de fluidos en este caso el aire que es expulsada a presión del moldeado para poder retirar los cartones ya que estas se encuentran pegadas a las mallas.

Contra molde de cartón: Después de la succión al vacío para expulsar el molde se usa una compresora para empujar el molde a un contra molde, es un brazo mecánico donde esta ensamblada con los contras moldes donde se comprime para darle la forma al envases de cartón y usa corriente de aire de la compresora para expulsar los moldes la cual se mueve en sentido hacia faja transportadora, cabe resaltar que en este punto los moldes están mojados, el brazo mecánico abastece cada 20 segundos al equipo de secado.



Figura 3.16: Contra molde de pulpa

Fuente: Elaboración propia

En el proceso son 2 líneas de producción, cada línea de producción contiene un brazo mecánico y unas tinas para el proceso cada 20 segundos se abastece 20 moldes de cartón al túnel de secado esto significaría que por hora se produce 3600 moldes de cartón que es la capacidad del equipo en un rendimiento continuo.

Etapa 7: Secado de bandejas

Los casilleros húmedos para su posterior secado pasan a un proceso llamado secador de túnel el cual a través de una faja va ir secando conforme esta vaya avanzando debido a que el equipo contiene controles como temperatura, humedad, ventilación, velocidad de faja esta parte es muy importante ya que sirve para conocer qué porcentaje de humedad se está quedando en el horno que posteriormente es extraído al medio ambiente.



Figura 3.17: Secado de bandejas

Fuente: Elaboración propia

Equipos del secador de bandejas

FAJA TRANSPORTADORA: La faja transportadora si bien cumple la función de trasladar el producto tiene instalado dentro una campana de calor, donde el calor se concentra en un punto determinado.

QUEMADOR: Como se ve en la imagen el secador de túnel usa 2 quemadores que genera una llama y calienta el aire que llega a través de un ventilador a una cámara para llevar llegar al túnel, pero para producir esta energía se necesita un combustible para este caso se usa Gas Natural (se representa según la norma técnica para su traslado tuberías de color amarillo ocre – NTP 399.012).



Figura 3.18: Quemador tipo lanza llama

Fuente: Elaboración propia

VENTILADOR DE CALOR: La función de este equipo es llevar el aire que recoge del ambiente exterior hacia la cámara de calor para por dispersarlo por todo el secador de túnel.



Figura 3.19: Ventilación del secador

Fuente: Elaboración propia

EXTRACTOR: Para sacar los vapores de agua que se genera el molde en el transcurso de la faja se usa un extractor de vapor para poder llevarlos al medio ambiente.



Figura 3.20: Extractor

Fuente: Elaboración propia

La distancia que recorre el cartón dentro del túnel de secado es de 39 metros, la velocidad de 0.077 m/s y el tiempo de recorrido es de 8.44 min en el túnel de secado.

Etapa 8: Producto Terminado

En el producto terminado pasa por la faja final para ser recogidos, ya que cada túnel de secado cuenta con 5 líneas de producción como se ve en la imagen.



Figura 3.21: Producto terminado

Fuente: Elaboración propia

3.4. Diagramas del proceso

3.4.1. Diagrama de Bloque

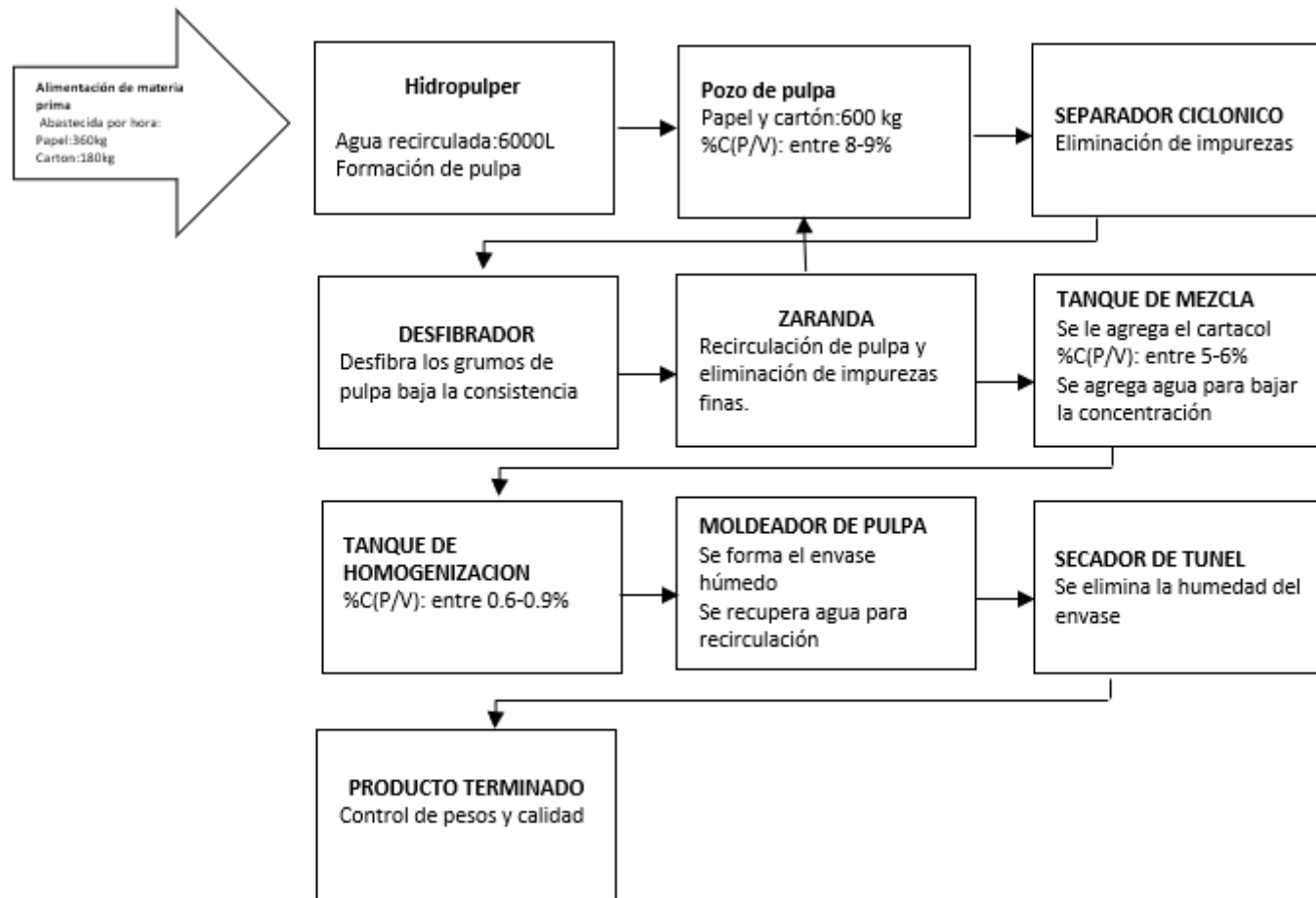


Figura 3.22: Diagrama de bloques de proceso de envases para huevos a partir de celulosa reciclada.

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, el proceso de producción de bandejas de cartón utilizando cartacol consta de ocho etapas, desde el abastecimiento de la materia prima hasta la obtención del producto terminado, utilizando diversos equipos y técnicas para lograr un resultado óptimo en la calidad del producto.

3.4.2. Diagrama de flujo

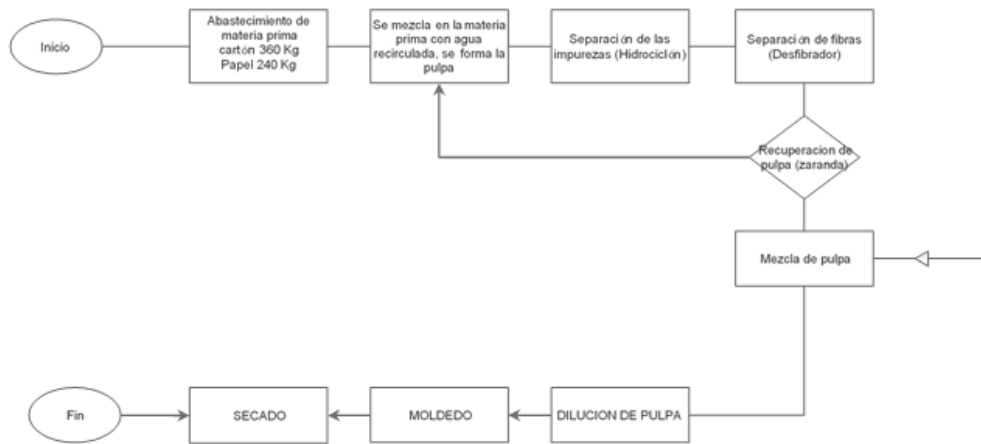


Figura 3.23. Diagrama de flujo proceso de envases para huevos a partir de celulosa reciclada.

Fuente: Elaboración propia del autor

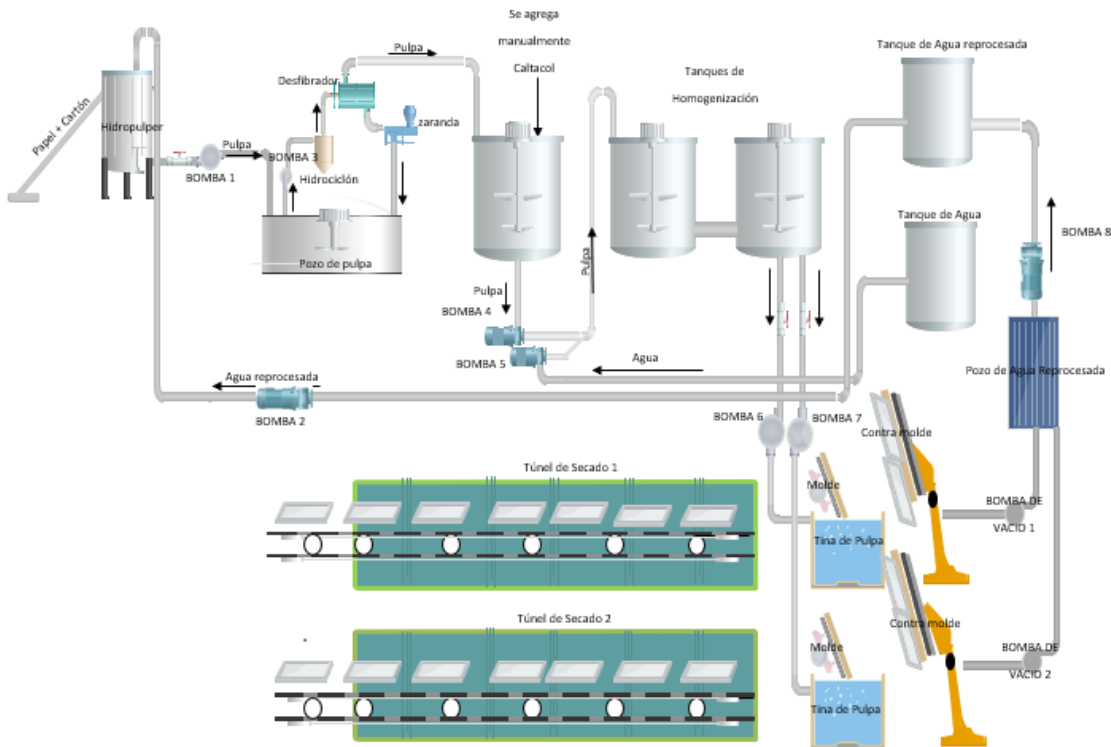


Figura 3.24 Diagrama de flujo con equipos con equipos y accesorios

Fuente: Elaboración propia del autor

Este diagrama de flujo muestra de manera clara y ordenada las distintas etapas del proceso de fabricación de bandejas de cartón, y permite visualizar la relación entre ellas para asegurar la producción

3.5. Resultados y condiciones de la operación del proceso

3.5.1. Análisis de la Concentración de la pulpa (%P/V)

Para tener los datos de proceso el punto más relevante es la información sobre la concentración de porcentaje peso a volumen (% P/V), que trabaja el proceso ya que es la relación más importante es entre el agua y las fibras de celulosa en el cual se forma la pulpa para ello se habla primero de la concentración de pulpa.

El porcentaje peso a volumen (% P/V) es la fibra de celulosa seca que se obtiene al muestrear 100 ml de pulpa en porcentaje la cual va a ser muy importante para conocer a que concentraciones trabajan los equipos para poder medirlo y controlarlo. La concentración de pulpa mide la relación entre la cantidad de pulpa de celulosa seca y el agua, para esto se saca 100 ml de muestra en los diferentes tanques de proceso que estará relacionada al final como una concentración en porcentaje al cual se le denomina consistencia, a continuación, se va mostrar como ejemplo de forma gráfica el procedimiento de muestreo de pulpa del tanque de agitación:

1. Se utiliza una jarra vacía para sacar la muestra del tanque de agitación.



Figura 3.25. Toma de muestra del tanque de agitación

Fuente: Elaboración propia

2. Posteriormente la pulpa es trasvasada a una probeta de 100 ml la cual es tarada.



Figura 3.26: Toma de muestra de la pulpa

Fuente: Elaboración propia

3. Se corta papel filtro con un peso de 0.7 g para que al momento de la succión en el matraz de Kitasato quede adherido las fibras de celulosa al papel filtro.

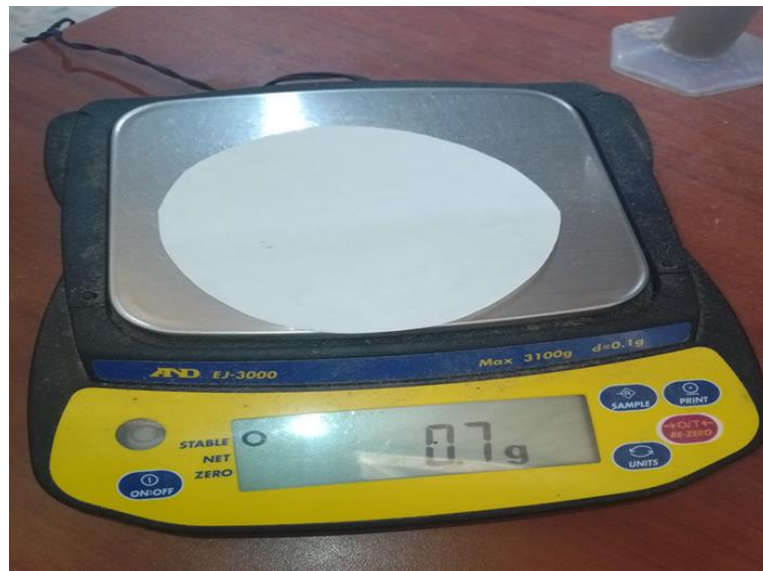


Figura 3.27: Pesaje de papel filtro

Fuente: Elaboración propia

4. En un embudo de buchner se pone el papel filtro y se trasvasa de la probeta los 100ml de pulpa con una extensión del equipo de bomba de vacío se succiona el agua para dejar la muestra sentada en el papel filtro.



Figura 3.28: Filtrado de pulpa

Fuente: Elaboración propia

5. La muestra de pulpa es pasada a un horno para su posterior secado



Figura 3.29: Secado de la muestra

Fuente: Elaboración propia

6. La muestra se seca en el horno con aproximadamente 7 a 8 minutos para después de su secado este se pesa y con esto se halla la consistencia.

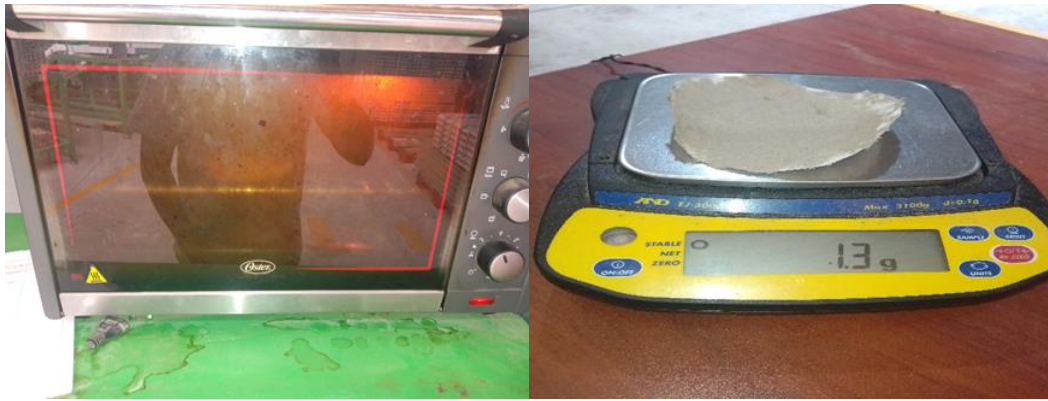


Figura 3.30. Muestra deshidratada

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento se hace en cada alimentación de pulpa en cada etapa de proceso, los resultados son documentados para posteriormente ser evaluados. A continuación, se hará un ejemplo para conocer el cálculo como se obtiene la concentración de la pulpa, cabe recalcar que se está tomando como muestra el tanque de agitación.

Tabla 3.1: Cálculo de concentración de pulpa

Volumen(ml)	Peso de papel filtro (gr)	Peso seco de la pulpa(gr)	Peso neto de la pulpa(gr)	%C
100	0.7	1.3	0.8	0.8

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallará el procedimiento teórico de cómo se halla la consistencia

- Volumen de probeta = 100 ml
- Tara de papel filtro =0.7 gr.
- Peso de la pulpa seca=1.3 gr.

El peso neto de la pulpa se obtiene al restar el peso seco menos el peso de papel filtro que se adherido las fibras de celulosa.

- $\text{Peso neto de la pulpa} = \text{Peso de la pulpa seca} - \text{Tara de papel filtro}$
- $\text{Peso neto de la pulpa} = 1.3 \text{ gr} - 0.7 \text{ gr}$

- Peso neto de la pulpa = 0.8 gr

Para obtener la consistencia primero se tiene que conocer el peso seco de las fibras de celulosa.

$$\left(\% \frac{P}{V}\right) = \frac{\text{peso}(gr)}{\text{volumen}(100ml \text{ de solución})} * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Si en la muestra se retiró 100ml y se obtuvo 0.8 gr del peso cual sería la concentración seca.

- m = 0.8 gr
- V = 100 ml

reemplazando

- C = 0.8 gr/100 ml*100

Entonces la concentración es

- % c = 0.8 %

Con este ejemplo se podrá conocer a que concentraciones trabaja en cada muestreo que se haga en los tanques de proceso, así como como el resultado de los cuadros en cada una de las etapas.

3.5.2. Acondicionamiento en el tanque de disgregación

Para el proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada se necesita como mencionamos anteriormente los insumos de papel y cartón como materia prima para el proceso se le agrega una cantidad adecuada, en un cierto tiempo para que el proceso sea continuo y no parar la producción. Para la operación se agrega fardos de cartón y papel con un peso de 600 kg que se abastece cada hora; la molienda en el tanque de disgregación forma un volumen que se aprecia en el tablero de operación.

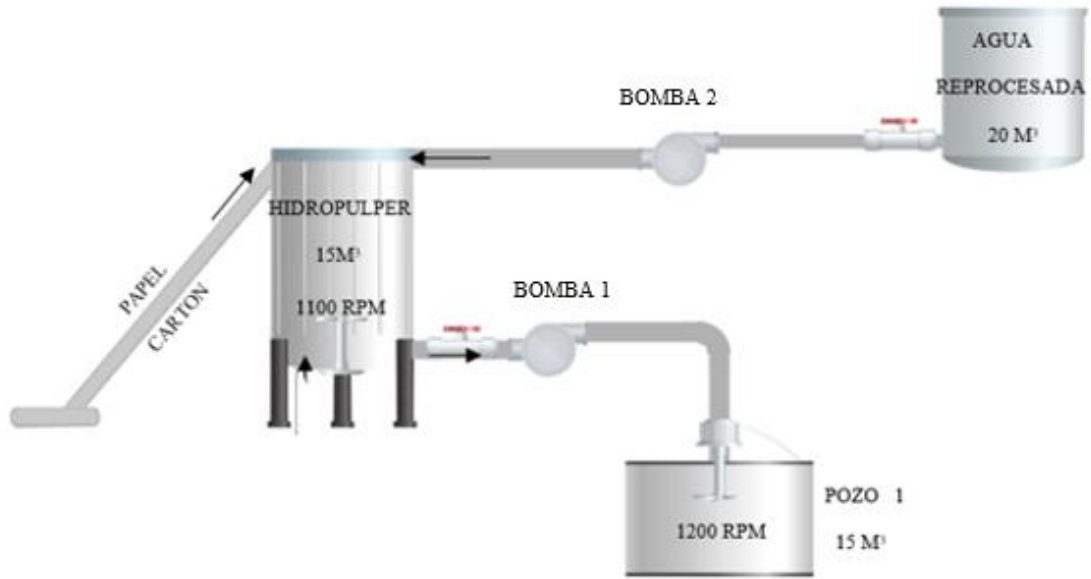


Figura 3.31. Esquema tanque de disgregación

Fuente: Elaboración propia

La disgregación del papel y cartón con el agua forma la pulpa es bombeada a un pozo con una capacidad de 15 m³. Para el proceso se determinó alimentar 600 Kg de materia prima con una relación de 30% papel y 70% cartón con 6000 litros de agua recirculada la cual el volumen del tanque de disgregación y también se hizo muestreo en el pozo para determinar la concentración en que se encuentra.

Tabla 3.2: Ingreso de alimentación del tanque

FECHA	HORA	CARTON(kg)	PAPEL (kg)	AGUA (L)	VOLUMEN (L)	%C-Pozo
15-Ago	06:02	420	183	6015	7532	8.3
20-Ago	02:05	425	180	6002	7562	8.8
25-Ago	22:00	420	181	6020	7681	8.6
30-Ago	06:01	418	180	6004	7665	9.2
3-Set	02:00	421	184	6009	7615	8.7
10-Set	10:00	427	182	6010	7525	9.1
15-Set	06:03	420	179	6000	7498	8.4
27-Set	02:00	425	180	6001	7684	8.6
3-Oct	22:00	420	181	6012	7549	8.4
11-Oct	06:01	424	185	6000	7536	8.3
19-Oct	02:03	422	184	6020	7558	8.1
28-Oct	22:00	421	182	6003	7623	8.4

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 muestra la relación que se tiene entre la cantidad de alimentación de materia prima, el agua que se le agrega al proceso, el volumen de formación de pulpa y el muestreo de la concentración en el pozo.

3.5.3. Acondicionamiento de pulpa.

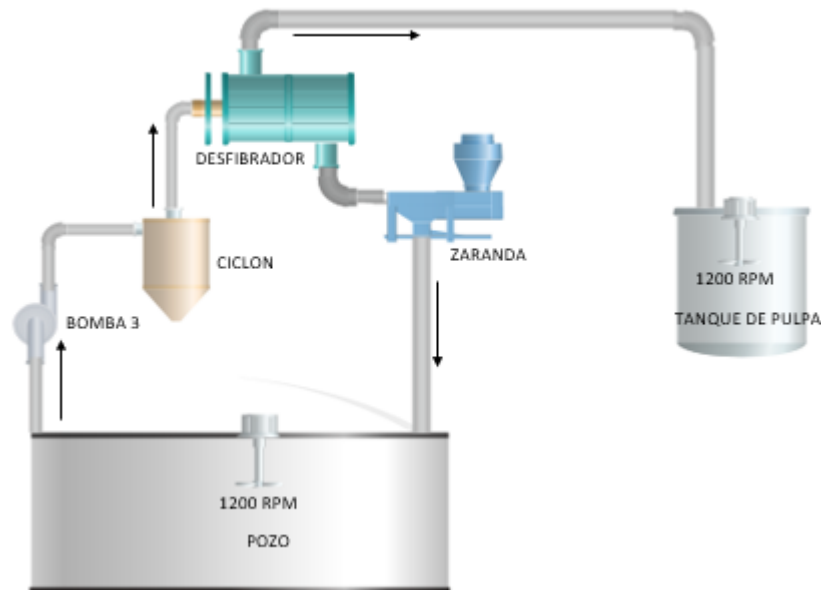


Figura 3.32: Esquema tanque de acondicionamiento de pulpa

Fuente: Elaboración propia

En esta etapa de del pozo al tanque de acondicionamiento de la pulpa pasa por diferentes filtros como el ciclón, el desfibrador y la zaranda que hace que los resultados de volumen y concentración varíen al momento del llenado en el tanque de pulpa.

Tabla 3.3: Datos de consistencia

FECHA	HORA	VOLUMEN(L)	CONCISTENCIA(%)
15-Ago	06:02	3751	5.3
15-Ago	06:33	3781	5.5
20-Ago	02:05	3752	4.9
20-Ago	02:30	3810	5.2
25-Ago	22:00	3753	5.4
25-Ago	22:30	3928	5.2
30-Ago	06:01	3754	4.9
30-Ago	06:35	3911	5.6
3-Set	02:00	3755	4.9
3-Set	02:30	3860	5.6
10-Set	10:00	3756	5.2
10-Set	10:32	3769	5.6
15-Set	06:03	3757	5.4
15-Set	06:35	3741	5.3
27-Set	02:00	3758	5.0
27-Set	02:30	3926	5.6
3-Oct	10:00	3759	4.9
3-Oct	10:30	3790	5.6
11-Oct	06:01	3760	4.9
11-Oct	06:30	3776	5.1
19-Oct	02:03	3761	5.3
19-Oct	02:30	3797	5.6
28-Oct	10:00	3762	5.2
28-Oct	10:31	3861	5.1

Fuente: Elaboración propia

Se hace muestro de la consistencia en el tanque de acondicionamiento varía entre 5% a 6%, esto nos ayuda para saber el consumo de agua aproximada que va necesitar en la operación., que posteriormente va ser diluido al tanque que de agitación agregándole más agua para que la concentración baje.

3.5.4. Consistencia en el tanque de agitación.

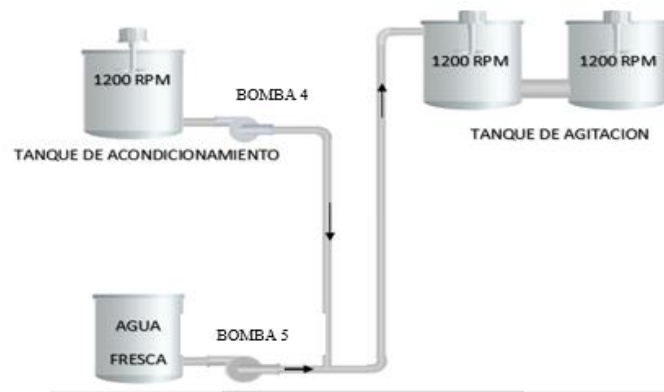


Figura 3.33: Esquema de agitación

Fuente: Elaboración propia

La finalidad de esta etapa de operación es bajar la consistencia de la pulpa se puede estimar el cálculo gracias a la fórmula de concentraciones:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

- C_1 : Es la concentración del tanque de acondicionamiento.
- V_1 : Es el volumen de agua del tanque de acondicionamiento al momento del llenado.
- C_2 : Es la concentración en el tanque de agitación.
- V_2 : Resultado entero de la cantidad de agua que se agregó al proceso para diluir la consistencia.

Tabla 2.4: Consistencia y cantidad de agua agregada en tanque de agitación.

CONSISTENCIA (%)	AGUA AGREGADA	VOLUMEN TOTAL
0.7	28400	32151
0.8	27363	31144
0.7	27036	30788
0.8	25078	28888
0.7	29371	33124
0.7	29602	33530
0.6	30658	34412
0.8	29202	33113
0.7	25205	28960
0.8	28391	32251
0.7	26394	30150
0.8	28092	31861
0.7	29835	33592
0.7	27926	31667
0.6	29418	33176
0.8	28136	32062
0.6	30699	34458
0.8	26156	29946
0.7	25238	28998
0.8	25677	29453
0.8	25232	28993
0.7	30322	34119
0.7	26798	30560
0.8	25909	29770

Fuente: Elaboración propia

El cuadro muestra la consistencia de la mezcla del tanque de agitación que se encuentra entre 0.6 a 0.8 y el cual es muestreada en cada llenado de tanque, el volumen de agua que se agregó y el volumen total que es la suma del volumen del tanque de agitación y el agua que se le agrega, estos datos son hechos de forma manual en planta a través del muestreo, sin embargo, esta etapa cuenta con un sistema integrado el cual calcula el agua para la mezcla del tanque de pulpa al tanque de agitación. Esta etapa es muy importante ya que podemos estimar el gasto de pulpa que se hace en cada llenado de tanque sin embargo el consumo de agua es muy variable ya que cada hora que se alimenta el proceso va variando las concentraciones.

3.5.5. Moldeado de la pulpa

Del tanque de agitación de pulpa es bombeada a las tinas de moldeado, la pulpa es succionada a través de una bomba de vacío el cual recupera agua ya que la pulpa pasa por un molde de mallas el cual retiene las fibras de celulosa y pasa el agua que por efectos mecánicos se eleva su temperatura para ser reutilizado en el tanque de disgregación.

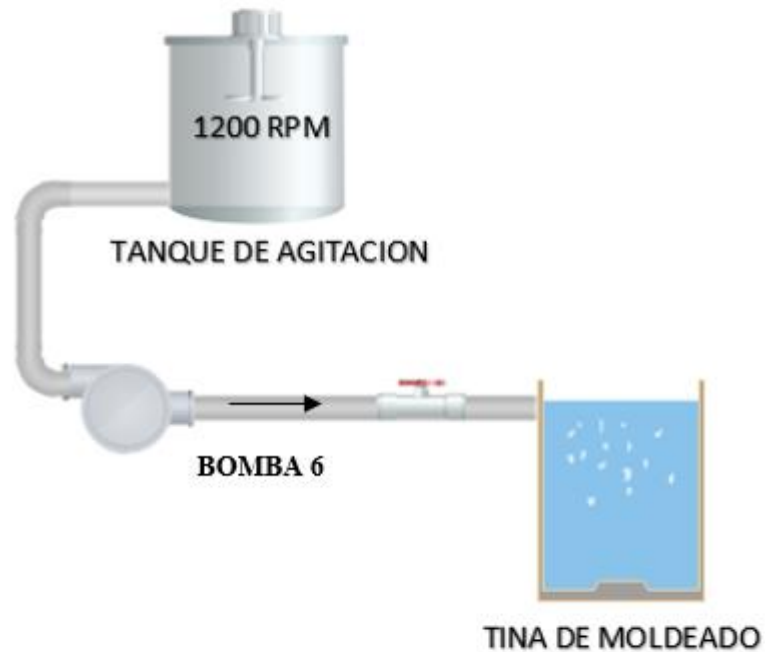


Figura 3.34. Esquema proceso de moldeado

Fuente: Elaboración propia

En esta parte del proceso es tomar los datos de la presión de succión del equipo de bomba de vacío y el tiempo de succión en el cual se mostrará en el tablero de operación.

Tabla 3.5: Datos de succión en la etapa de moldeado

CONSISTENCIA (%)	TIEMPO DE SUSCCION (SEG)	PRESION(-PSI)
0.7	0.6	11.5
0.8	0.4	12.4
0.7	0.5	11.6
0.8	0.3	12.6
0.7	0.8	11.8
0.7	0.4	12.4
0.6	0.9	11.6
0.8	0.2	12.2
0.7	0.3	11.6
0.8	0.2	12.4
0.7	0.3	11.8
0.8	0.2	12.2
0.7	0.8	11.8
0.7	0.3	12.2
0.6	0.8	11.8
0.8	0.5	11.6
0.6	0.5	12.1
0.8	0.5	12.3
0.7	0.3	12
0.8	0.4	11.8
0.8	0.2	12.3
0.7	0.4	12.3
0.7	0.5	12
0.8	0.1	12.5

Fuente: Elaboración propia

El cuadro muestra la relación entre presión de succión en la etapa de moldeado el valor de succión, el tiempo de succión que se le da generalmente es variada de acuerdo como se encuentre la consistencia y el peso del cartón.

3.5.6. Secado de las bandejas

En el túnel de secado se controla el tiempo de secado, el control de humedad de entrada y de salida, así como también la temperatura de los quemadores que funcionan en el túnel de secado. El tablero del control de secado (ver anexo f) donde se muestra los controles del extractor, la potencia de faja de transporte, la bomba de circulación, bomba de agua, ventilador de circulación, para el control de calidad lo que más precisamos son las temperaturas que manejan los

quemadores ya que debido a ello podemos conocerla cantidad de humedad que se pierde en el túnel de secado.

Tabla 3.6: Registro de temperaturas del horno

FECHA	HORA	Q1(°C)	Q2(°C)
15-Ago	06:02	290	190
20-Ago	02:05	290	190
25-Ago	22:00	295	200
30-Ago	06:01	290	190
3-Set	02:00	290	190
10-Set	22:00	295	200
15-Set	06:03	290	190
27-Set	02:00	290	190
3-Oct	22:00	295	200
11-Oct	06:01	290	190
19-Oct	02:03	290	190
28-Oct	22:00	295	200

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra las temperaturas en que trabajan los hornos sin embargo acá hay un factor interviniente que es el ambiente en las noches tiende a ser más frío por eso se le aumenta la temperatura.

3.5.7. Pérdida de humedad en el túnel de secado

La finalidad es conocer la humedad que se pierde en los moldes que pasan por el túnel de secado, la norma mexicana NMX-N016-SCFI-2011 (industrias de celulosa de papel y cartón-determinación de humedad de los papeles y cartones por secado en estufa) establece un método de humedad perdida:

$$\%HUMEDAD PERDIDA = \frac{PESO HUMEDO - PESO SECO}{PESO HUMEDO} * 100\% \text{ Ecuación 3}$$

Tabla 3.7: Registro de perdida de humedad

FECHA	PESO HUMEDO	PESO SECO	%HUMEDAD PERDIDA
15-Ago	195.5	56.8	71%
15-Ago	193	56.5	71%
15-Ago	192	58	70%
15-Ago	192	60.1	69%
20-Ago	190	56.5	70%
20-Ago	194.5	60.6	69%
20-Ago	206.5	61.8	70%
20-Ago	199.5	61.1	69%
25-Ago	196.5	59.2	70%
25-Ago	196	60.4	69%
25-Ago	194.5	62.3	68%
25-Ago	206	60.3	71%
30-Ago	199	59.9	70%
30-Ago	196.5	60.1	69%
30-Ago	196	59.8	69%
30-Ago	199	59.6	70%
3-Set	200	60.3	70%
3-Set	196	59.6	70%
3-Set	199	60.8	69%
3-Set	199.5	62.2	69%
10-Set	197	58.4	70%
10-Set	202	59.4	71%
10-Set	193	56	71%
10-Set	201	58.5	71%
15-Set	195	55.6	71%
15-Set	187	57.8	69%
15-Set	210	58.2	72%
15-Set	195	57.6	70%
27-Set	213	60	72%
27-Set	198.5	57.9	71%
27-Set	202.5	57.9	71%
27-Set	193.5	57.3	70%
3-Oct	203.5	58.6	71%
3-Oct	209.5	62.3	70%
3-Oct	196	60	69%
3-Oct	200	58	71%
11-Oct	196	55.9	71%
11-Oct	201	57.6	71%
11-Oct	198.5	59.8	70%
11-Oct	202	60	70%
19-Oct	207	61.8	70%
19-Oct	213.5	60.5	72%
19-Oct	221	63	71%
19-Oct	217	63.4	71%
28-Oct	206	61.3	70%
28-Oct	193.5	58	70%
28-Oct	189.5	58.5	69%
28-Oct	189	57	70%

Fuente: Elaboración propia

Con estos parámetros se determinó que el promedio de humedad que se pierde en el secador de túnel ese el 70% y que el 30% que queda es las fibras de celulosa seca el cual viene a hacer el envase para huevo.

3.5.8. Producto terminado

El producto terminado tiene ciertos requisitos como el peso la finalidad es que el peso del cartón se mantenga en 60 gramos con una tolerancia de error más o menos 3gramos.

Tabla 3.8: Registro de peso de productos terminados

PESOS DE CARTON(gramos) Nº ORDEN	FECHA											
	15-Ago	20-Ago	25-Ago	30-Ago	3-Set	10-Set	15-Set	27-Set	3-Oct	11-Oct	19-Oct	28-Oct
1º	56.8	61.3	59.8	57.9	60.5	62.5	69.8	65.4	64.6	59.7	61.3	62.3
2º	57.6	60.6	60.8	58.3	59.6	61.7	60.5	60.3	58.8	59.1	61	62.1
3º	58.3	61.8	62.5	56.7	60.8	58.3	58.7	60.2	61	61.3	55.6	65.3
4º	60.4	61.1	61.7	60.3	62.2	59.8	59.6	61.4	60.3	61.7	61.3	61.8
5º	62.2	62.3	58.3	56.7	60.3	59.2	57.9	58.2	61.8	59.3	60.2	64.9
6º	57.6	57.3	59.8	61.9	61.3	60.8	58.2	57.8	58.1	58.5	61.5	58.3
7º	60.3	60.4	59.2	59.7	60.5	63.1	61.7	56.8	61.2	60.8	63.5	59.8
8º	61.5	61.7	60.8	62.7	59.6	60.8	56.9	61.6	61.8	60.4	58.3	59.2
9º	56.5	56.9	63.1	63.1	60.8	63	56.5	58.5	60.6	61.3	61.8	60.8
10º	57.8	56.5	60.8	60.7	62.2	58.9	60.6	60.3	60.8	59.6	58.3	63.1
11º	60.2	60.6	63	59.9	62.3	59.3	59.8	60.1	63.1	60.7	63.3	60.7
12º	59.4	59.8	58.9	60.1	57.3	60.4	57.8	57.4	60.1	60.7	59.4	60.7
13º	57.3	57.8	59.3	60.5	60.4	62.4	57.6	60.3	60.9	61.2	62.5	61.2
14º	58.6	58.9	60.4	59.6	61.7	60.3	58.9	60	60.6	58.5	58.5	58.5
15º	57.3	57.3	62.4	60.3.	60	58.1	57.8	58.3	62.6	62.8	62.2	62.8
16º	56.9	61.8	60.3	58.9	60.8	60.4	57.9	60.9	60.7	61.8	62.3	61.8
17º	56.7	62.1	58.1	59.8	62.2	62.3	58.9	57.7	59.8	64.3	61.8	64.3
18º	60.3	58.9	60.4	60.8	60.5	56.7	69.6	59.8	62.4	62	60.5	62
19º	58	56.9	62.3	56.5	59.8	60.3	60.8	61.1	60.1	59.2	63	60.5
20º	60.1	60.3	59.8	60.6	58.6	58	62.2	62.8	57.4	60.5	63.4	61.3
21º	60.5	61.7	57.8	59.8	59.6	60.1	60.8	62.5	60.3	59.8	58.8	58
22º	61.3	60.6	62.3	57.8	60.8	60.5	62.2	60.8	60	60.3	64.3	58.5
23º	61.5	58.7	58.3	58.9	62.2	61.3	60.5	61.4	58.3	58.2	58.6	57
24º	60.8	63.8	58.9	57.3	58	61.5	61.1	62.2	60.9	60.8	61.6	61.8
25º	57.3	59.7	59.2	60.7	60.1	59.3	62.3	63	60.6	61.8	59.8	60.3
26º	58.2	57.8	60.4	61.3	60.5	60.4	57.3	61.3	62.6	59.5	59.5	60.7
27º	62.2	57.9	62.8	58.9	61.3	62.4	60.4	62.3	63.9	56.4	61.5	59.8
28º	60.9	58.6	61.3	62.8	62.2	60.3	59.8	61.3	61.8	60	58.4	62.4
29º	60.8	58.8	58.9	61.8	61.3	59.6	61.5	62.3	62.3	60.1	61.2	61.7
30º	60.9	61.5	58.6	58.9	58.4	57.9	62.1	63.4	62.3	61.8	63	61.7
PROMEDIO	59.3	59.8	60.3	59.8	60.5	60.3	60.3	60.6	61.0	60.4	60.9	61.1

Fuente: Elaboración propia

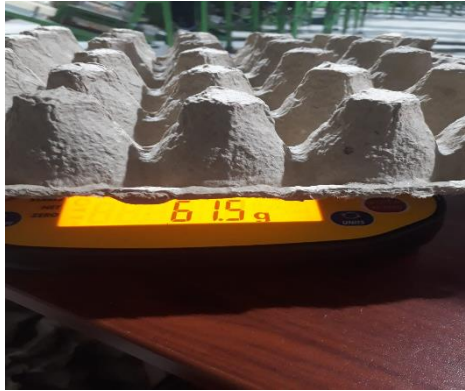


Figura 3.35 Pesado de cartón seco

Fuente: Elaboración propia

El cuadro muestra el resultado del muestreo de pesos de los envases que se hicieron en las fechas indicadas.

3.5.9. Eficiencia de proceso

Tabla 3.9: Cálculo de eficiencia del proceso

EFICIENCIA DEL PROCESO												
	FECHA											
	15-Ago	20-Ago	25-Ago	30-Ago	3-Set	10-Set	15-Set	27-Set	3-Oct	11-Oct	19-Oct	28-Oct
MATERIA PRIMA (KG)	603	605	601	598	605	609	599	605	601	609	606	603
PROMEDIO DE PESOS	59.3	59.8	60.3	59.8	60.5	60.3	60.3	60.6	61.0	60.4	60.9	61.1
UNIDAD QUE PRODUCE POR HORA(U)	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
TOTAL DE PRODUCCION(Kg)	426.8	430.4	434.4	430.2	435.8	434.3	434.3	436.7	439.1	434.9	438.3	440.0
EFICIENCIA DE PROCESO(%)	70.8	71.1	72.3	71.9	72.0	71.3	72.5	72.2	73.1	71.4	72.3	73.0


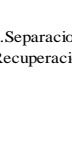
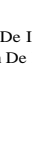
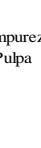
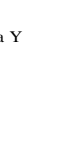

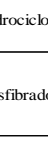
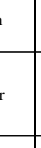



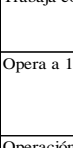
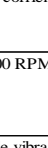

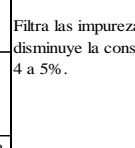

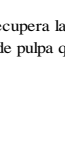
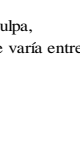
Fuente: Elaboración propia

Como resultado se muestra que la eficiencia del proceso se mantiene en 70% a más lo cual muestra la capacidad que tiene las operaciones al trabajar a estas condiciones.

3.3. Parámetros y condiciones de operación del proceso

Los parámetros y las condiciones de proceso, según se detallaron en cada una de las etapas indicadas anteriormente, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3.10: Parámetros y condiciones de fabricación de operación del proceso

ETAPAS	EQUIPOS	IMAGEN	CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS	RESULTADO DE OPERACION
1.Abastecimiento De Materia Prima	Balanza Faja Transportadora		Se abastece 30% de papel y 70 % de cartón	Abastece 600 kg de Materia prima por Hora Carton: 420 kg/ 1hora Papel: 180 kg/1 hora
2.Disgregacion De Materia Prima	Hidropulper		Capacidad del tanque 15 m3 La cuchilla de disgregación opera a 1100 RPM Contiene un sensor de volumen	Alimentación de agua por hora se estima a 6000 L/h Se forma la Pulpa a una consistencia variada de 8 a 10%, el volumen de formación varia de 7500L a 7700L
	Bomba 1		Bomba de 7.5 HP trabaja a 1700 RPM	
	Tanque De Agua Reprocesada		Capacidad del tanque 20 m3 Contiene un sensor de volumen	
	Bomba 8		Bomba de 10 HP bombea agua del pozo de agua recirculacion al tanque de agua reprocesada	
	Bomba 2		Bomba de 40 HP Trabaja a 1100 RPM	
	Pozo De Pulpa		Capacidad de pozo 15 m3 El agitador opera a 1200 RPM	
3.Separacion De Impureza Y Recuperación De Pulpa	Bomba 3		Bomba de 12.5 HP Trabaja a 1600 RPM	Filtra las impurezas y se recupera la pulpa, disminuye la consistencia de pulpa que varía entre 4 a 5%.
	Hidrociclón		Trabaja con corrientes de aire	
	Desfibrador		Opera a 1600 RPM	
	Zaranda		Operación de vibración Opera a 1500 RPM	
4.Acondicionamiento De Pulpa	Tanque De Agitación		Capacidad del tanque 5m3 y contiene un sensor de volumen El agitador opera a 1200 RPM	Cada 30 min se llena el tanque de 3500 a 3800 litros de pulpa, se le agrega 4 litros de cartacol.
	Bomba 4 y5		La bomba 4 de traslado de pulpa es de 10 HP a 700RPM La bomba 5 de traslado de agua es de 40 HP a 1800 RPM	
5.Homogenizacion De Consistencia	Tanques De Agitación		Los agitadores operan a 1200 RPM	En la mezcla con agua fresca la concentracion de pulpa baja entre 0.6 y 0.8%
			Capacidad de los tanques es 5m3	
6.Moldeado De Pulpa	Tina De Pulpa		La bomba 6 y 7 son de 12 HP a 1000RPM las revoluciones varia de acuerdo a la variacion de concentracion de pulpa Capacidad de la tina pulpa 700Litros la bomba interna de recirculacion es de 5 HP y trabaja a 1800RPM	Tiempo de succión de 0.1 Seg a 1 Seg que varia de acuerdo a la consistencia y la presión de succión que se mantenga de -11 a -13 Psi, Se moldea 1 Cartón/Seg.
	Bomba De Vacío		Capacidad de succión máxima es - 13psi	
7.Secado De Bandejas	Tunel de Secado		Quemador 1 de 290 a 295 °C Quemador 2 de 190 a 200 °C	Las bandejas de cartón disminuyen su humedad en un 70%
			Longitud del tunel de secado 39 metros ,Velocidad de la faja es de 0.777 m/s.	
8.Producto Terminado			El carton tiende a tener un peso de 60 gramos pero tambien depende del factor interviniente de la humedad ya que este lo absorbe .	Peso de cartones varia de 57 a 63 gramos.

IV. Discusión.

- El proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada en Perú incluyó diversas operaciones y procesos unitarios que permitieron la obtención de un producto final de alta calidad y resistencia. Se llevaron a cabo diversas operaciones, como la agitación de la pulpa de celulosa reciclada para su filtración y la mezcla con agua, la separación mecánica para la eliminación de impurezas y la transferencia de calor para el secado y la formación de los envases. Asimismo, se empleó el transporte de fluidos para el movimiento de la pulpa y los líquidos utilizados en el proceso.
- Uno de los procesos unitarios más relevantes fue agregarle insumo químico cartacol, en la que se añadió a la pulpa de celulosa reciclada para mejorar sus propiedades. El proceso fue diseñado y controlado para garantizar el cumplimiento de las normas y regulaciones ambientales y de seguridad en la elaboración de los envases.
- Los empaques de cartón a partir de celulosa reciclada son una alternativa sostenible y segura en la industria del embalaje. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la calidad del cartón reciclado puede verse afectada por la presencia de impurezas en la materia prima, por lo que es esencial llevar a cabo un proceso de reciclaje adecuado para garantizar la calidad y la resistencia del producto final.
- En cuanto a la concentración de pulpa, se destaca la importancia de medir y controlar la relación entre la fibra de celulosa seca y el agua en el proceso. Se utilizó el porcentaje peso a volumen (% P/V) como medida para conocer las concentraciones de los equipos. El procedimiento de muestreo y análisis de la pulpa seca demostró ser efectivo para determinar la consistencia de la pulpa en cada etapa del proceso. Se ilustró detalladamente el método utilizado, desde la toma de muestra hasta el secado y pesado de la muestra deshidratada.

- A través de los cálculos realizados, se pudo obtener la concentración de pulpa en cada muestra analizada. Estos resultados permiten conocer las concentraciones con las que se trabaja en cada etapa del proceso y proporcionan información valiosa para el control y seguimiento de la producción de los envases para huevos.
- Se presentaron también los parámetros de alimentación y consistencia en los tanques de disgregación, acondicionamiento y agitación. Estos parámetros son fundamentales para determinar la cantidad de materia prima, agua y mezclas necesarias en cada etapa del proceso. Se destacó la variabilidad en las concentraciones y volúmenes de las mezclas, lo que influye en el consumo de agua y en la dilución de la consistencia de la pulpa.
- En la etapa de moldeado, se analizaron los datos de succión, presión y tiempo de succión en el proceso. Estos parámetros son relevantes para asegurar la formación adecuada de los envases y la retención de las fibras de celulosa en los moldes. Se observó una variación en la succión, lo que indica la necesidad de ajustes y controles precisos durante esta etapa.
- En el túnel de secado, se registraron las temperaturas y se evaluó la pérdida de humedad. Las temperaturas controladas en los quemadores del túnel de secado influyen en la cantidad de humedad que se pierde durante el proceso. Se observó una pérdida promedio de humedad del 70%, lo que indica un proceso adecuado de secado de los envases de papel.
- Finalmente, se evaluó el peso de los productos terminados y se calculó la eficiencia del proceso. El peso objetivo de los envases se mantuvo en 60 gramos, con una tolerancia de error de ± 3 gramos. Los resultados de los muestreos indicaron una eficiencia del proceso del 70% o más, lo que demuestra la capacidad de las operaciones para trabajar dentro de estas condiciones.

V. Conclusiones.

1. El estudio realizado ha concluido con el diseño de un proceso para la elaboración de envases para huevos a partir de celulosa reciclada. Este proceso está basado en la identificación y cumplimiento de las normas asociadas a la fabricación de envases de cartón a partir de la celulosa reciclada, asegurando la calidad y los estándares requeridos. El proceso consiste en etapas de ocho etapas, desde la disgregación de papel y cartón hasta el secado y moldeado de la pulpa, garantizando una producción eficiente y sostenible.
2. Mediante la evaluación de variables como la concentración de pulpa, la consistencia en los tanques y el control de la humedad en el secado, se logró establecer rangos y condiciones ideales que aseguran la obtención de envases consistentes y aceptables desde el punto de vista físico y mecánico.
3. El proceso de obtención de envases para huevos a partir de celulosa reciclada es un proceso complejo que implica una serie de operaciones y procesos unitarios. Aunque presenta algunas limitaciones, el uso de celulosa reciclada ofrece ventajas significativas en términos de sostenibilidad y reducción de impacto ambiental en comparación con otros materiales de envasado.
4. El desarrollo de este proceso para la fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada representa una contribución significativa a la promoción de prácticas sostenibles en la industria alimentaria. Al utilizar materia prima reciclada y establecer parámetros óptimos en cada etapa del proceso, se logra una producción más eficiente y responsable desde el punto de vista ambiental. Además, el cumplimiento de normas asociadas garantiza la calidad y seguridad de los envases, proporcionando una solución viable y amigable con el medio ambiente para el envasado de huevos.

5. El estudio realizado establece que el proceso de fabricación de los envases de cartón permite procesar seiscientos kilogramos de cartón y papel por hora con una consistencia que inicia con una concentración elevada de ocho a diez por ciento que pasa por diferentes etapas hasta obtener una concentración de cero punto siete por ciento que son las condiciones que se moldea el cartón con la capacidad de producir un cartón por segundo en una hora se produce siete mil doscientos cartones con un peso promedio de sesenta gramos estos nos permite obtener una eficiencia del setenta por ciento en el proceso de envases para huevo a partir de celulosa reciclada.

VI. Recomendaciones.

Implementar un monitoreo continuo de las normas asociadas a la elaboración de envases para huevos a partir de celulosa reciclada. Dado que las regulaciones y estándares pueden cambiar con el tiempo, es fundamental mantenerse actualizado y cumplir con las normas vigentes. Esto garantizará que los envases cumplan con los requisitos de calidad y seguridad establecidos por las autoridades y la industria.

Realizar un seguimiento regular de los parámetros óptimos en el proceso de fabricación de envases. Esto implica llevar a cabo controles periódicos para verificar la concentración de pulpa, la consistencia en los tanques y otros factores relevantes. Mantener estos parámetros dentro de rangos óptimos asegurará la producción eficiente y la calidad consistente de los envases, evitando posibles desviaciones o problemas en el proceso.

Investigar y explorar nuevas tecnologías y técnicas que puedan mejorar aún más el proceso de fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada. La innovación continua es fundamental para seguir avanzando en la sostenibilidad y eficiencia de la producción. Esto podría incluir el uso de maquinaria más avanzada, métodos de secado más eficientes o el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de moldeo que mejoren la resistencia y durabilidad de los envases.

Fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre las empresas y actores de la industria alimentaria que utilizan envases para huevos. Compartir experiencias, mejores prácticas y lecciones aprendidas puede ser beneficioso para mejorar los procesos de fabricación y promover la adopción de prácticas más sostenibles. Esto también puede conducir a oportunidades de colaboración en investigación y desarrollo, impulsando la innovación en el sector.

VII. Referencias bibliográficas.

- [1] K. Amoo, O. M.A, y T. Omoniyi, «Fibre Characteristics of Paper and Paper Egg Tray Used In Southwestern Nigeria», vol. 4, pp. 53-60, dic. 2016.
- [2] A. Galic *et al.*, «Mechanical properties of ten-egg boxes made of different materials», *J Food Sci Technol*, vol. 55, n.º 4, pp. 1325-1330, abr. 2018, doi: 10.1007/s13197-018-3043-z.
- [3] M. Onilude, T. Omoniyi, B. Akinyemi, y K. Adigun, «The Design and Fabrication of a Recycled Paper Egg Tray Machine», *International Journal of Contemporary Management*, vol. Vol. 3, pp. 142-151, mar. 2012.
- [4] M. A. Onilude, T. E. Omoniyi, B. A. Akinyemi, y K. A. Adigun, «The design and fabrication of a recycled paper egg tray machine», *American International Journal of Contemporary Research*, vol. 3, n.º 13, pp. 142-151, 2013.
- [5] K. E. Semple, C. Zhou, O. J. Rojas, W. N. Nkeuwa, y C. Dai, «Moulded pulp fibers for disposable food packaging: A state-of-the-art review», *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 33, p. 100908, sep. 2022, doi: 10.1016/j.fpsl.2022.100908.
- [6] Y. S. Aguerre, «Contenedores biodegradables diseñados a partir de residuos urbanos, forestales y agroindustriales para el cultivo de plantas en vivero», jun. 2018, Accedido: 15 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://rid.unam.edu.ar:443/handle/20.500.12219/2365>
- [7] C. F. Arce y F. M. B. Suárez, «La fabricación de cajas de cartón con material reciclado a través del marketing ecológico a nivel empresarial», *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, vol. 4, n.º 5, pp. 338-353, 2019, Accedido: 15 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7164249>
- [8] M. Area, «El reciclado en la fabricación de papel y cartón (La Revista del Corrugado)», *La revisita del corrugado*, vol. 24, pp. 18-21, jun. 2017.
- [9] T. Chacón Pagán, «Estudio de las propiedades de las hojas de teca y zapote para la elaboración de envases descartables de alimentos», *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 2019, Accedido: 15 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4189>
- [10] E. Jiménez Muñoz, «Obtención de pulpa de celulosa a partir de residuos de agavaceas: potencial elaboración de papel tipo artesanal», PhD Thesis, Tesis.

- [11] M. A. López Bauer, I. I. Revelo Bernuy, O. E. Sotomayor Gutiérrez, y J. M. Suárez Gamarra, «Proyecto de producción y comercialización de envases biodegradables a base de caña de azúcar», *Production and marketing of discarded containers based on sugar cane bagasse*, dic. 2018, Accedido: 15 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625592>
- [12] D. J. Supo y M. H. Zacarías, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales*. 2020.
- [13] R. Hernández, C. Fernández, y P. Baptista, *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2018.
- [14] F. Arias, «El proyecto de investigación, 6ta Edición Fidias G. Arias FREELIBROS.ORG», 2014, Accedido: 4 de diciembre de 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/23573985/El_proyecto_de_investigaci%C3%B3n_6ta_Edici%C3%B3n_Fidias_G_Arias_FREELIBROS_ORG
- [15] S. Valderrama, «PASOS PARA ELABORAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA - San Cristóbal Libros S.A.C. Derechos Reservados», 2015. http://www.sancristoballibros.com/libro/pasos-para-elaborar-proyectos-de-investigacion-cientifica_45757 (accedido 7 de abril de 2022).

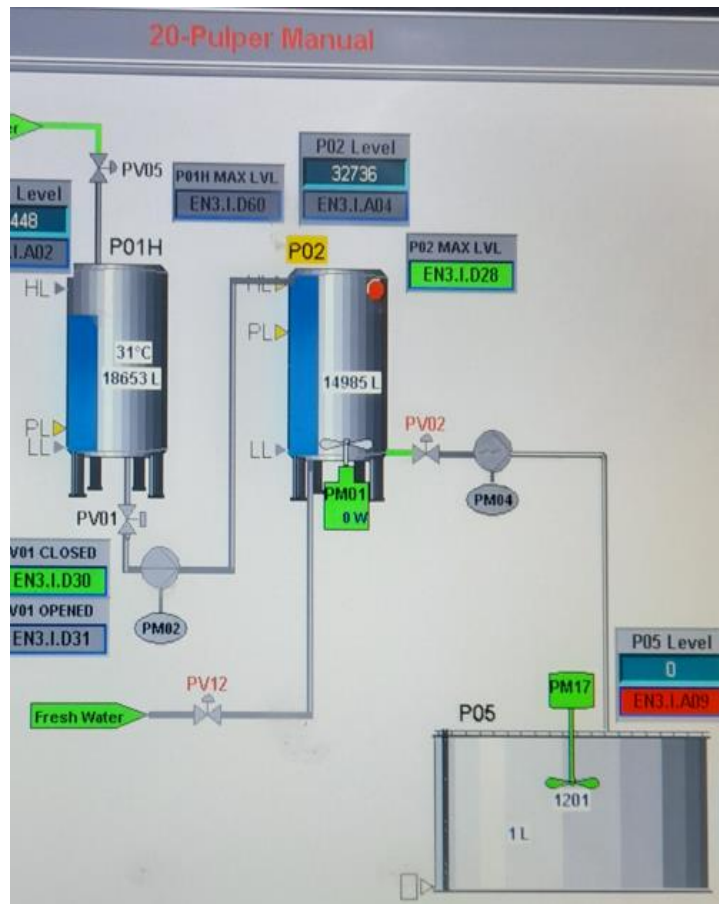
VIII. Anexos

Anexo a. matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	La presente investigación al ser de corte descriptivo no posee hipótesis	Variable Independiente	Tipo de Investigación: Aplicada-descriptiva Nivel de Investigación: propositiva Diseño de Investigación: No Experimental Técnicas Observación Análisis documental Instrumentos Ficha de campo
¿Cómo es un proceso para la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada?	Diseñar un proceso para la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada.		Diseño del proceso	
Problema Especifico	Objetivo Especifico		Variable Dependiente	
¿Cuáles son las normas asociadas a la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada?	Identificar las normas asociadas a la elaboración de envases para huevo a partir celulosa reciclada.		Envases para huevos	
¿Cuáles son las etapas del proceso para la fabricación de los envases para huevos a partir de celulosa reciclada?	Definir las etapas del proceso para la fabricación de los envases para huevos a partir de celulosa reciclada.		Variable interviniente	
¿Cuáles son los parámetros óptimos en el proceso de fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada?	Determinar los parámetros óptimos en el proceso de fabricación de envases para huevos a partir de celulosa reciclada.		Celulosa reciclada	

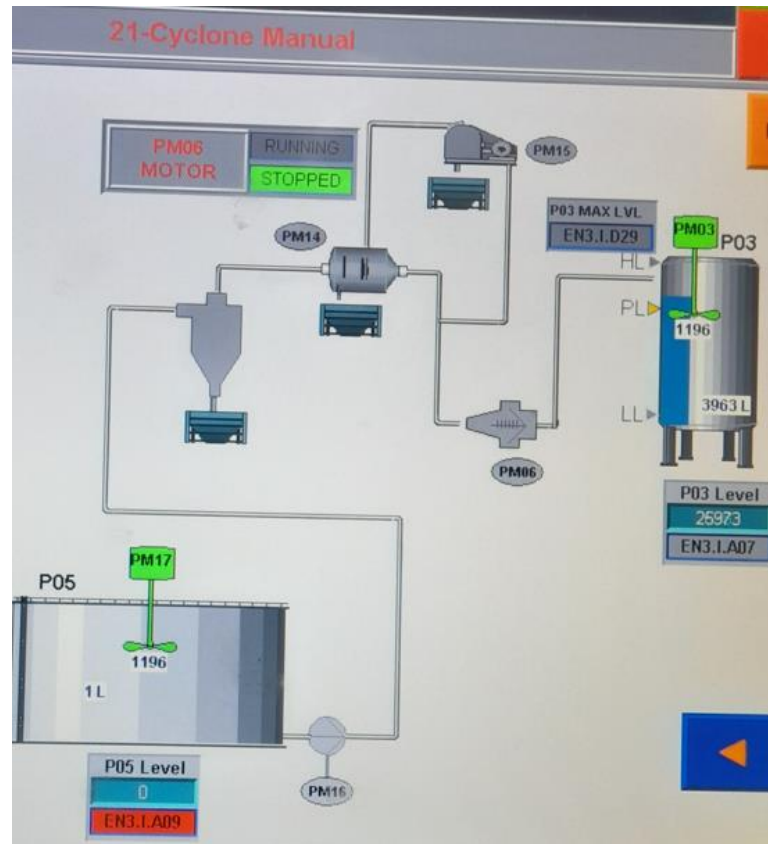
Fuente: Elaboración propia

Anexo b. Imagen de pantalla de control de proceso de disgregación



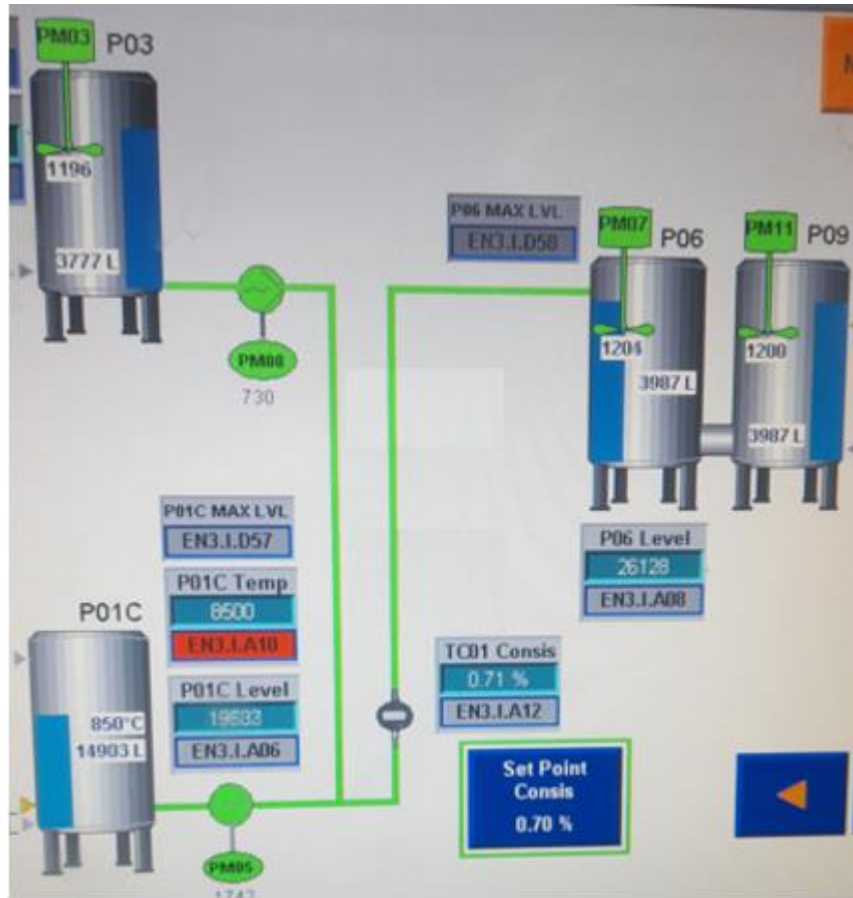
Fuente: Elaboración propia

Anexo c. Imagen de pantalla de control de proceso de acondicionamiento



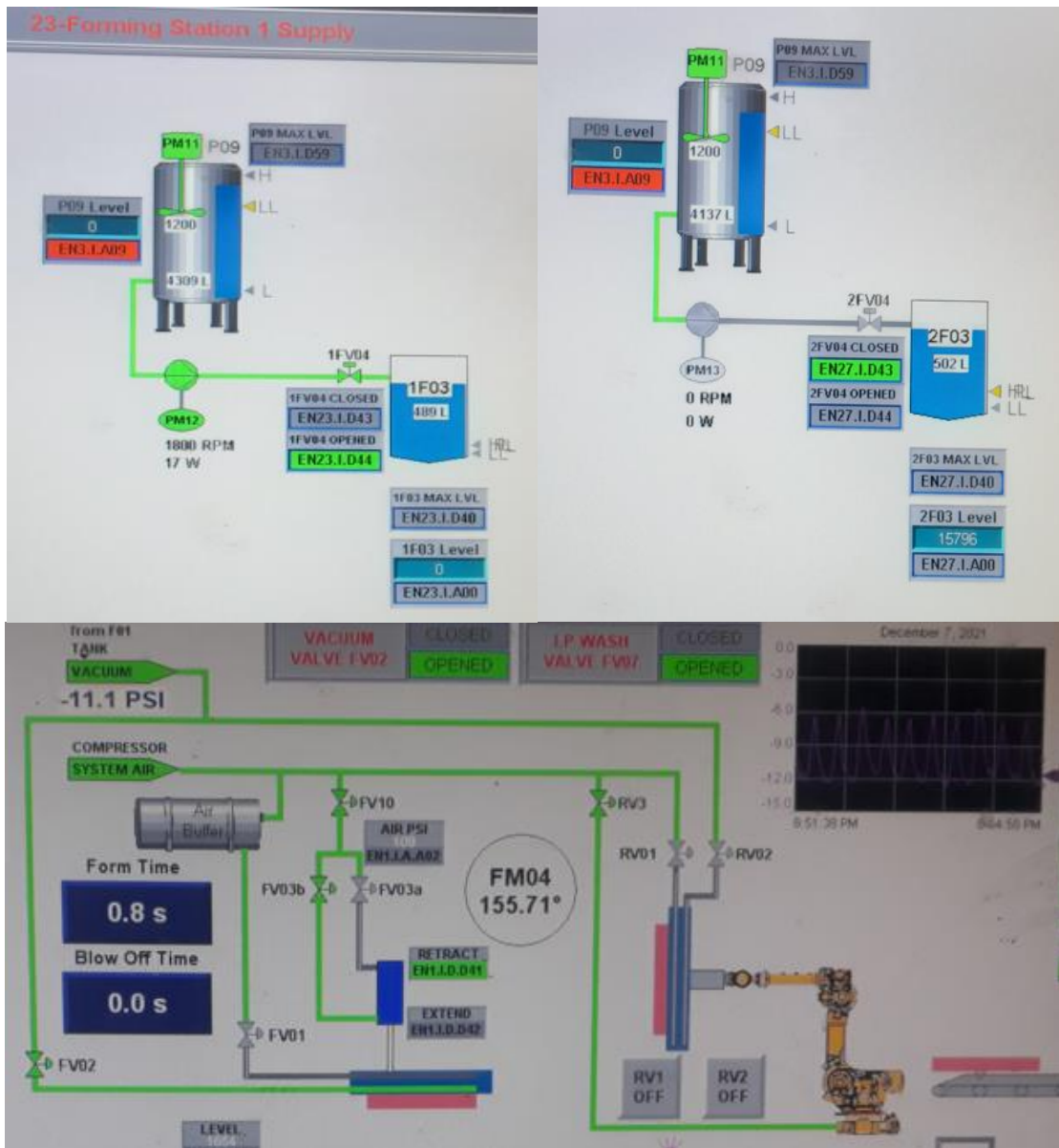
Fuente: Elaboración propia

Anexo d. Imagen de pantalla de control de proceso de agitación



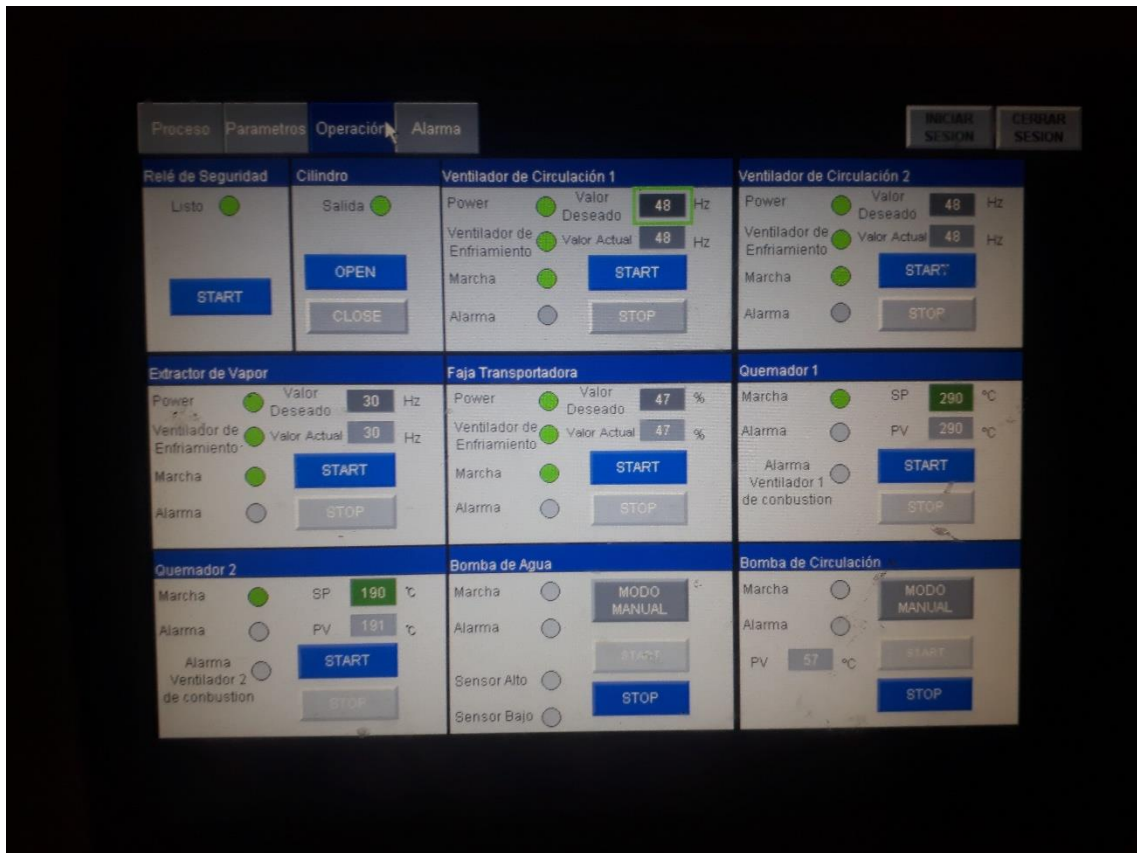
Fuente: Elaboración propia

Anexo e. Imagen de pantalla de control de proceso de moldeado



Fuente: Elaboración propia

Anexo f. Imagen de pantalla de tablero de control en proceso de secado



Fuente: Elaboración propia

Anexo g: Ficha técnica de cartacol



ARCHROMA ARGENTINA S.A.
Av. Sarmiento 2442
B1202WJ La Plata de Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina
Tel: +54 33 5219 7100

BUSINESS PAPER SOLUTIONS

INFORMACION TÉCNICA
Versión: 1

Cartacol FBP Líquido

Agente de encolado para papel y cartón

Campos de Aplicación:

- Proporciona propiedades hidrofóbicas al papel.
- Mejoras en el progreso de máquina.

Cartacol FBP Líquido se destaca por las siguientes propiedades:

- Agente de encolado para papel y cartón.
- Proporciona propiedades hidrofóbicas al papel y cartón.
- Alto punto de reblandecimiento.
- Menor formación de depósitos y "Stickies".

1. Características Físico-Químicas

Aspecto	Líquido
Carácter químico	Dispersión acuosa de cera
Carácter iónico	Catiónico
Densidad	1008kg/m ³ a 25°C



Sustancia seca	10 - 21 %	
Viscosidad	≥ 300 mPa.s a 25°C	
Valor pH (tal cual)	2 - 4	
Solubilidad	Soluble en agua en cualquier proporción	
Estabilidad al almacenamiento	La eficiencia de la dispersión disminuye proporcionalmente con el tiempo de almacenamiento y con las altas temperaturas. Por tal motivo se recomienda su almacenaje en un lugar fresco y en su empaque original cerrado. Evitar el congelamiento y mantener el envase cerrado, cuando el producto no es usado.	
FDA/BGA	Cartacol FBP Líquido es apropiado para el uso en la fabricación de papeles que entren en contacto directo con sustancias alimenticias (registros FDA 176.210 y BGA XXXVI)	
Datos de seguridad Datos toxicológicos Datos ecológicos	} Ver Hojas de Seguridad	

2. Aplicación

Para asegurar un grado uniforme de la unión, se recomienda aplicar CARTACOL BPF en una zona de elevada homogeneización.

Si se añade CARTACOL FBP sin agentes de retención, se recomienda que la dosis se aplique lo más cercana a la caja de entrada, por ejemplo, después del depurador presurizado. Un auxiliar de retención apropiado es un polielectrolito catiónico.

El mejor grado de cola se consigue mediante la optimización de la dosis en cada máquina. Para determinar la dosis óptima, ARCHROMA desarrolló un método de análisis, en el que es posible medir la concentración de AKD en el agua blanca de la máquina de papel.

Estas informaciones técnicas corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y pretendemos presentar nuestros productos y sus posibles aplicaciones. Con ello no se garantiza su propiedades específicas o aptitud para un uso determinado. Se debe tener en cuenta posibles derechos de propiedad intelectual. Se garantiza la buena calidad de los productos según nuestras condiciones generales de venta. Copie no controlada. No se asegura el éxito absoluto de posibles actualizaciones.
Archroma Argentina S.A. - Paper Solutions.



1 / 2 2 / 2

Fuente: Archroma