

Opción de grado

Propuesta para el Proceso de Producción de Harina de Pepino (*Cyclanthera pedata*)

Nicold Polo

Angie Ávila

Camilo Varela

Universidad UNIMINUTO de Dios

Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial

Ingeniero: Juan David Forero

Bogotá, Colombia

Octubre, 2024

Índice

Introducción	4
Antecedentes	6
Justificación	8
Objetivos	9
General	9
Específicos	9
Metodología	10
Recepción del producto.....	10
Figura 1	10
Verificación de la Colorimetría	11
Inspección de Daños Físicos	11
Registro de Recepción	11
Aceptación o Rechazo del Lote	11
Almacenamiento Temporal.....	12
Proceso de producción	12
Figura 2	12
Sanitización.....	12
Separación.....	13
Beneficio	13
Molienda	13
Empaque	13
Distribución.....	13
Diagramas	15
Figura 3	15
Figura 4	16
Figura 5	16
Figura 6	17
Datos de interés.....	18
Tabla 1	18
Desarrollo de la metodología en flexsim	19
Importancia	19
Método propuesto	20
Figura 7	21
Figura 8	21
Figura 9	22
Flujo estimado.....	25
Figura 10	25
Figura 11	25

	3
Figura 12	26
Figura 13	27
Figura 14	27
Figura 15	28
Figura 16	29
Figura 17	29
Tabla 2	31
Tabla 3	32
Tabla 4	32
Tabla 5	33
Tabla 5	34
Tabla 5	34
Figura 18	35
Figura 19	35
Ficha técnica	37
Conclusiones	38
Trabajos futuros	39
Anexos	40
Anexo A	40
Anexo B	40
Bibliografía	41

Introducción

En los últimos años, la tendencia hacia el consumo de productos veganos ha experimentado un notable aumento. Según la revista (La nota económica, 2023), un medio especializado en análisis económico e investigación empresarial se destaca que, de acuerdo con la firma Kantar, 1 de cada 10 hogares en el país consume actualmente productos veganos. Esta tendencia es especialmente pronunciada en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Santander, donde se observa una mayor dinámica en la adopción de estas alternativas alimenticias.

Un nuevo reporte económico elaborado por la empresa emergente Cluvi y la Asociación Colombiana de la Industria Gastronómica (Acodrés, 2023) revela que, durante el primer semestre de 2023, se analizaron los menús digitales de 1.722 restaurantes en las 10 ciudades más turísticas de Colombia, incluyendo Bogotá (431), Cartagena (162) y Santa Marta (34). El análisis indica que el 45% de los establecimientos ofrecen al menos un plato que no contiene carne ni sus derivados (La Republica, 2022). Este contexto resalta la importancia de obtener alternativas alimenticias que acudan a la creciente demanda de opciones saludables.

En este sentido, la investigación realizada por (Romero, Alvarado, & Otálvaro, Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt, 2019) considera que la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) representa una opción innovadora en la reformulación de productos alimentarios, teniendo presente alternativas más saludables. Su uso no solo puede contribuir a la variedad de productos en el mercado, sino que también responde a la necesidad de alimentos funcionales y nutritivos.

El presente documento tiene como objetivo diseñar un proceso detallado para la producción de harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), garantizando su obtención y sostenibilidad del producto final.

A través de una metodología que integra la investigación de mercado y la evaluación de procesos, se busca establecer un modelo replicable que beneficie tanto a productores y emprendedores interesados en la elaboración de harinas alternativas, aumentando la oferta de opciones alimenticias saludables en el contexto actual.

Antecedentes

La harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) fue objeto de estudio para la presentación de una tesis de grado en la Universidad de la Salle como alternativa nutritiva en el reemplazo de la proteína animal en las salchichas tipo Frankfurt, donde se evaluó su potencial como sustituto de los embutidos tradicionales. Según (Romero, Alvarado, & Otálvaro, Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt, 2019), el proceso de obtención tiene similitudes con la producción de harinas de soya, desde la selección de la materia hasta el envasado y la evaluación de calidad. Esto resalta la importancia de cada etapa para obtener un producto final con propiedades adecuadas para su uso en la industria alimentaria. Según (Cocinista), la selección de los frutos es crucial para asegurar la calidad del producto final, el cual su selección es similar al de la soya, (Buffa & González, 2013) donde se valida que los granos estén libres de impurezas.

Además, la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) se destaca por su valor nutricional en comparación de harinas tradicionales como el trigo y el maíz. (Romero, Alvarado, & Otálvaro, Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt, 2019) menciona que la industria ha considerado la elaboración de harinas a base de diferentes verduras y granos como el frijol (UNAN, 2005) donde su proceso es similar exceptuando la parte donde a diferencia del pepino debe ablandarse para poder obtener la harina, también el pepino (*Cucumis sativus*) el cual el proceso es similar pero para poder usarlo es necesario mezclarlo con harinas como la del trigo y el maíz para que su composición sea más firme, debido a su nivel de absorción (Gallegos Garza, Montserrat, & Aguilar Pérez, 2022). Teniendo en cuenta ello, la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) se presenta tanto como una opción innovadora y como una respuesta a la creciente demanda de alternativas saludables, esto según (Index Mundi, 2023)

quien válido año tras año el aumento en consumo de harinas como la soya, la cual para el año 2023 tuvo un aumento del 4.56%.

La investigación sobre la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) también abordó el potencial como sustituto cárnico. Según el estudio de (Romero, Alvarado, & Otálvaro, Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt, 2019), la harina puede simular la textura de productos cárnicos y aumentar la retención de agua, lo cual es fundamental para mantener la jugosidad, imitando sin inconveniente la textura y humedad de una salchicha, lo cual es fundamental para el consumidor final. Además, al reducir parte de la grasa animal en este tipo de productos se cumple con la necesidad de opciones más saludables en la industria de alimentos.

Justificación

La elección de investigar y proponer un proceso de producción sostenible para la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) se fundamenta en varias razones clave que destacan la relevancia y el potencial de este producto en el contexto actual de la industria alimentaria.

En primer lugar, (Jodar, 2023) considera que la creciente demanda de alternativas alimenticias saludables y sostenibles ha llevado a un aumento en el interés por productos derivados de verduras y granos. (Romero, Alvarado, & Otálvaro, Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt, 2019) consideran que la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), rica en nutrientes y con propiedades funcionales, se presenta como una opción innovadora que puede satisfacer las necesidades de consumidores veganos y vegetarianos, así como de aquellos que buscan diversificar su dieta. Este enfoque no solo promueve una alimentación más equilibrada, sino que también contribuye a la reducción del consumo de harinas tradicionales, que a menudo tienen un menor valor nutricional.

Además, la producción de harina de pepino puede ofrecer beneficios económicos significativos. Al utilizar un producto que puede ser cultivado localmente, se fomenta la economía regional y se reduce la huella de carbono asociada al transporte de materias primas. Esto es especialmente relevante en un contexto donde la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental son cada vez más valoradas por los consumidores (Forbes, 2023).

Por último, la investigación sobre la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) es aún incipiente, lo que representa una oportunidad para contribuir al conocimiento científico y técnico en este campo. Al desarrollar un protocolo de producción que incluya estándares de calidad y sostenibilidad, se puede establecer un modelo replicable que beneficie a otros productores y emprendedores interesados en la elaboración de harinas alternativas.

Objetivos

General

Proponer un proceso de producción sostenible para la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), orientado a satisfacer las necesidades de la comunidad vegana en la localidad de Suba, Bogotá, garantizando la calidad y la viabilidad comercial del producto.

Específicos

Diseñar un protocolo detallado para la producción de harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), que incluya las etapas de procesamiento asegurando que se mantengan los estándares de calidad y sostenibilidad.

Simular el proceso de producción para identificar y optimizar los parámetros operativos, evaluando el flujo de trabajo y la eficiencia de cada etapa, con el fin de maximizar la calidad del producto final y minimizar el impacto ambiental.

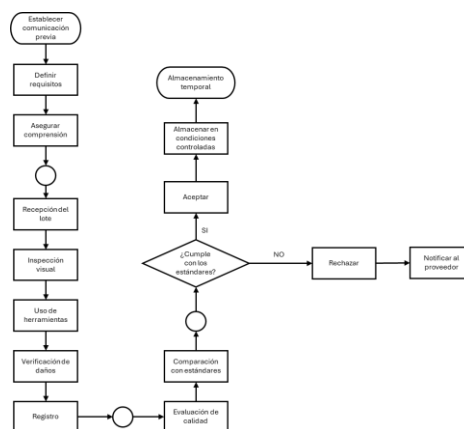
Metodología

Recepción del producto

El proceso de recepción del pepino (*Cyclanthera pedata*) es una etapa crítica en la producción de harina, ya que garantiza que la materia prima cumpla con los estándares de calidad necesarios para obtener un producto final óptimo. A continuación, se detalla el proceso:

Figura 1

Diagrama de recepción de la materia prima



El diagrama de recepción de materia prima (Mecalux Esmena, 2019) tiene la función de dar a visualizar y comprender el proceso de solicitud y correcto recibimiento de la materia prima antes de iniciar con respecto al proceso principal de producción, en él se puede detallar las actividades necesarias para adquirir el pepino (*Cyclanthera pedata*) el cual debe cumplir con las características solicitadas al proveedor para el correcto inicio de la operación de producción.

Coordinación con el Proveedor

Antes de la entrega, se establece una comunicación clara con el proveedor para asegurar que comprende los requisitos de calidad del producto. Esto incluye especificaciones sobre la colorimetría y el estado físico del pepino.

Verificación de la Colorimetría

Al recibir el lote de pepinos, se realiza una inspección visual para verificar que el producto tenga la colorimetría verde deseada. Este aspecto es fundamental, ya que un color verde vibrante indica frescura y calidad del pepino.

Se pueden utilizar herramientas de medición de color, si es necesario, para asegurar que el producto cumpla con los estándares establecidos.

Inspección de Daños Físicos

Se lleva a cabo una revisión exhaustiva para identificar cualquier golpe, magulladura o daño visible en los pepinos. Este paso es crucial, ya que los pepinos dañados pueden afectar la calidad de la harina producida.

Se debe prestar especial atención a las áreas donde puede haber lesiones, ya que estas pueden ser puntos de entrada para microorganismos que comprometan la calidad del producto.

Registro de Recepción

Se documenta la recepción del producto, incluyendo la cantidad de pepinos recibidos, la fecha de entrega y cualquier observación relevante sobre la calidad del lote. Este registro es importante para el control de calidad y la trazabilidad del producto.

Aceptación o Rechazo del Lote

Si el lote cumple con los criterios de colorimetría y estado físico, se acepta y se procede a su almacenamiento o procesamiento inmediato.

En caso de que el lote no cumpla con los estándares establecidos, se rechaza y se notifica al proveedor para que se tomen las medidas correctivas necesarias. Esto puede incluir la devolución del producto o la solicitud de un nuevo lote.

Almacenamiento Temporal

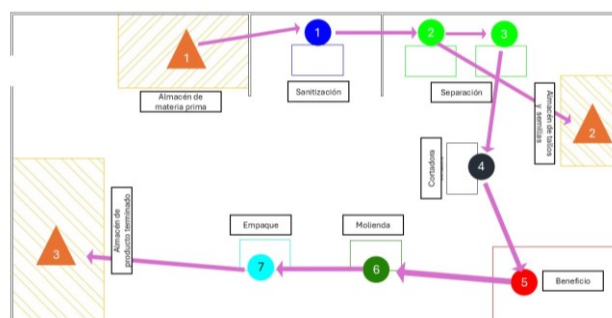
Los pepinos aceptados se almacenan en condiciones adecuadas (temperatura y humedad controladas) para mantener su frescura hasta que se inicie el proceso de producción.

Proceso de producción

El proceso de producción de harina de pepino se lleva a cabo en varias etapas, cada una de las cuales es crucial para garantizar la calidad del producto final. A continuación, se detalla la metodología empleada:

Figura 2

Diagrama de recorrido



Nota. En esta sección, este diagrama ilustra el flujo de los pepinos desde su recepción hasta la evaluación inicial (Instituto Nacional de Aprendizaje).

Selección de Materia Prima

La selección de los pepinos será tercerizada con un proveedor especializado, quien se encargará de adquirir los frutos que presenten una tonalidad verde oscura y que no muestran daños visibles, como magulladuras, hongos o alteraciones microbiológicas. Esta selección es fundamental para asegurar la calidad del producto final.

Sanitización

Los pepinos seleccionados serán sometidos a un proceso de sanitización mediante inmersión en hipoclorito de sodio a 200 ppm durante cinco minutos, garantizando así la eliminación de contaminantes microbiológicos.

Separación

En esta etapa, se procederá a retirar las semillas y el tallo de los pepinos. Este proceso es esencial para asegurar que solo las partes adecuadas del vegetal sean utilizadas en la producción de harina.

Beneficio

Después de la separación, los pepinos serán cortados en trozos y sometidos a un tratamiento térmico por medio de vapor a 90 °C durante 2 a 4 minutos. Este tratamiento tiene como objetivo inactivar enzimas y fijar el color y la textura del material. Posteriormente, las cáscaras se colocarán en bandejas para su secado a 70 °C, utilizando un secador de bandejas durante ocho horas al día, durante un total de ocho días. Este proceso asegura que el contenido de humedad de las cáscaras sea menor al 10%.

Molienda

Una vez secas, las cáscaras se someterán a un proceso de molienda utilizando una máquina que combina ambas funciones de molienda y tamizado, obteniendo una harina con un tamaño de partícula uniforme de 250 µm.

Empaque

La harina obtenida será envasada utilizando una máquina de empaque que garantiza la integridad del producto. Este proceso se llevará a cabo en un lugar fresco y seco, a una temperatura de 19 °C y una humedad relativa de 50%, hasta su utilización.

Distribución

La distribución del producto final será tercerizada, lo que implica que, una vez elaborada y almacenada la harina, se despachará a los clientes mediante solicitudes. Este enfoque permite optimizar la logística y asegurar que el producto llegue a los consumidores de manera eficiente y oportuna.

Toda la información suministrada para la metodología del proceso de producción se encuentra disponible en ver (Anexo A).

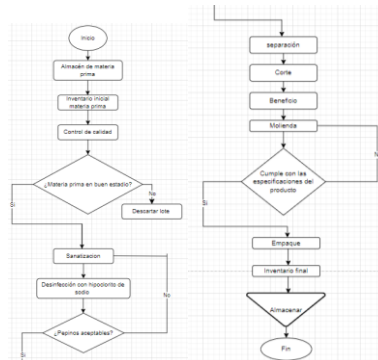
Diagramas

Figura 3

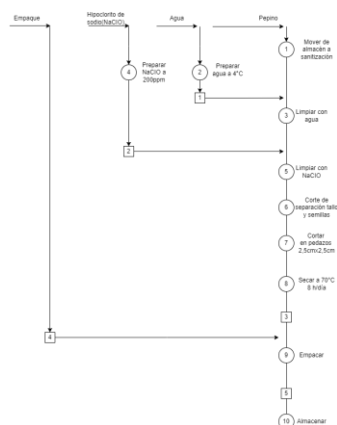
Diagrama de Actividades

Proceso de producción de harina de pepino									
Universidad	Corporación universitaria Minuto de Dios						Fecha		
Programa	Ingeniería Industrial								
RESUMEN									
Actividad	Metodo actual	Metodo mejorado	Metodo	Actual					
Operación ●	6			Tipo	Operación	X			
Trasporte ➡	6				Material				
Inspeccion ■	3				Maquinaria				
Demora ◐	1								
Almacen ▼	2								
Total	18								
N°	Descripción del Proceso	DAP					Responsable	Maquinaria	Observaciones
		●	➡	■	◐	▼			
1	Almacenamiento materia prima						1 personas		Almacenamiento de la materia prima recién llegada del proveedor.
2	Inventario Inicial de Materia Prima			■					Registro de entrada y cantidades almacenadas
3	Transporte		➡				1 personas	Carro estibador	Trasporte de la materia prima al control de calidad en
4	Recepcion y preparacion de la materia prima	●					2 personas		Control de calidad inicial, verificar frescura del pepino.
7	Transporte del pepino		➡				1 personas	Carro estibador	Transporte del pepino de el control de calidad a lavado y desinfeccion
8	Sanitizacion	●					1 personas	Lavadora industrial de vegetales Tanques de desinfección	Limpeza para eliminar contaminantes
9	Transporte		➡				1 personas	Carro estibador	Transporte de la sanitizacion a corte del pepino
10	Separacion	●					2 personas	Separador de semillas manual	Retirar semillas y tallos del pepino
11	Transporte		➡				1 personas	Cinta transportadora	Transporte de el pepino sin semillas a la molienda
12	Corte	●					1 personas	Cortadora de Verduras Industrial BCM-1650	Corte del pepino en un tamaño específico
13	Beneficio				◐		1 personas	Secadores de bandeja-Horno	Reducción de humedad
14	Transporte		➡				1 personas	Cinta transportadora	Transporte del pepino de el tratamiento termico a la molienda
15	Molienda	●					2 personas	Molinos de martillos o de rodillos	Se muele y se tamiza el pepino para formar la harina de pepino
17	Control de calidad final			■			Laboratorio		Verificación de calidad del producto final
18	Empaque	●					1 personas	Empacadora automática y etiquetadora	Almacenamiento en condiciones controladas hasta su distribución
19	Inventario Final del Producto			■					Registro de cantidades empaquetadas y listas para distribución
20	Transporte		➡				1 personas	Carro estibador	Trasporte del empaque a el almacenamiento
21	Almacenamiento					▼	1 personas		Almacenamiento en condiciones controladas

De acuerdo con (Rodrigues, 2022) este diagrama junto con el diagrama de recorrido Fig. 2, permite visualizar de manera lineal desde el proceso de recepción hasta la entrega final del producto, permitiendo detectar ineficiencias, cuellos de botella allanando el camino para una optimización efectiva.

Figura 4*Diagrama de flujo*

El diagrama de flujo proporciona una representación visual clara y concisa del proceso de producción de harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) detallando cada etapa desde la recepción de la materia prima hasta el empaque final. (Lucidchart) asegura que un diagrama de flujo sirva como una guía visual que permite entender y seguir el flujo de trabajo, asegurando que cada paso se realice de manera eficiente y cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

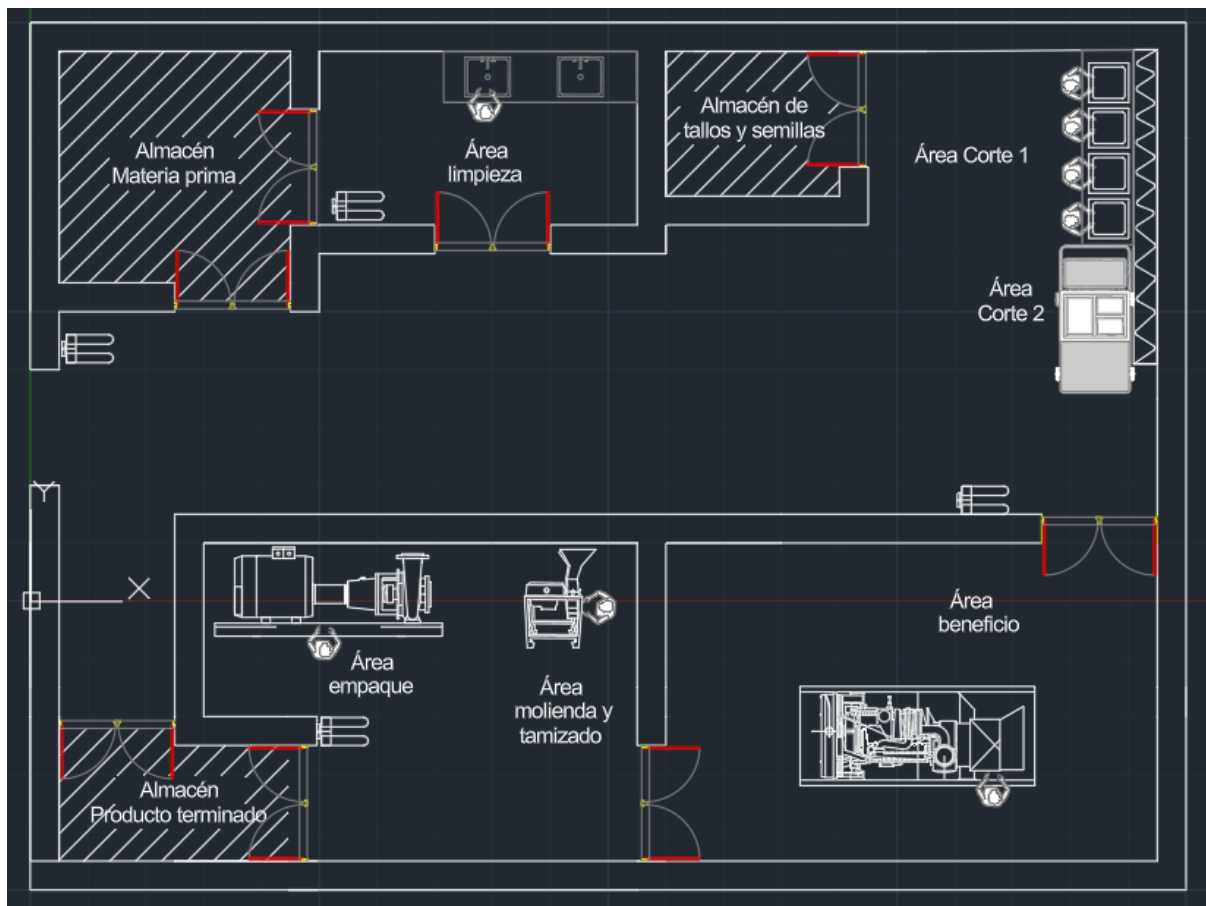
Figura 5*Diagrama de proceso de operaciones*

Este diagrama permite evidenciar la cantidad de procesos y verificaciones necesarias para la producción de la harina de pepino. (Yepes Piqueras, 2021) señala que “Este diagrama puede utilizarse con provecho cuando se va a iniciar el estudio de un proceso complicado, y

también cuando se quiere implantar un nuevo proceso, con el fin de asegurarse de que ninguna fase importante se pasa por alto”.

Figura 6

Diagrama de puestos de trabajo



Los diagramas de puestos de trabajo (Miro) representan las responsabilidades y tareas asignadas a cada puesto involucrado en el proceso de producción. Este análisis es fundamental para asegurar que cada miembro del equipo tenga claridad sobre sus funciones.

Datos de interés

Antes de continuar con el diseño del prototipo de producción, es importante considerar datos relevantes de investigación de mercado. Esta información permitirá estimar cantidades de producto final y realizar su simulación, saber cuánto se necesita y cuánto obtener de producto terminado. Por ello se presenta la siguiente tabla con el porcentaje de respuestas obtenidas en una encuesta realizada en 2023, sobre el consumo de productos veganos en el sector de Suba.

Tabla 1

Datos específicos de la localidad de Suba

Población de Suba	1,252,675 habitantes (Localidad de Suba Bogota.gov.co)
Consumo de harinas vegetales	66,2% de los habitantes
Interés en productos veganos	53.7% de los habitantes
Preferencias de proteína vegetal	52.5% de los habitantes
Tendencias de alimentación saludable	21% de los habitantes
Interés en innovación alimentaria	32% de los habitantes

Nota. Los porcentajes obtenidos en la tabla 1 están basados en la encuesta realizada en el 2023, ver (Anexo B).

Se encontró que las personas de 29 a 45 años son las que más frecuentemente consumen productos veganos, seguidas por las personas de 18 a 28 años.

En cuanto a la motivación de los consumidores para elegir proteínas vegetales, se encontró que la curiosidad gastronómica es el motivo principal, seguido del consumo de alimentos saludables.

Además, se determinó que la mayoría de la población objetivo pertenece a los estratos 3 y 2. Esto es valioso para ajustar la estrategia de precios y asegurarse de que los productos sean accesibles para el público objetivo

Desarrollo de la metodología en Flexsim

Importancia

Un modelo de simulación representa la operación de algún proceso o sistema del mundo real, a través del tiempo, ya sea realizado manualmente o por medio de una computadora. La simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real (J, BL, & DM, 2005). Este modelo, combinado toma la forma de un conjunto de supuestos respecto a la operación del sistema, estos supuestos son expresados en forma de relaciones matemáticas y lógicas entre los objetos de interés del sistema. Entonces el sistema es modelado identificando las características de sus eventos y mostrando un juego de rutinas que dan una descripción detallada del sistema en estudio. Es así, como los eventos de la simulación evolucionan en el tiempo (reloj de simulación) ejecutando los eventos en orden creciente del tiempo de ocurrencia: un evento es algo que sucede en un instante de tiempo (simulado) que puede cambiar atributos, variables o acumuladores estadísticos. Asimismo, un evento discreto es un momento específico del tiempo (WL, 2005). De esta forma, el estado de los elementos de un sistema cambia continuamente o solo en determinados estados del tiempo. El flujo del agua que entra y sale en una planta tratadora de aguas residuales y, la entrada y salida de clientes que pagan la despensa en un cajero son ejemplos de cambios continuos y discretos, respectivamente. Esto es, en el primer ejemplo el agua no muestra un espacio de tiempo entre litro y litro, por otro lado, las llegadas de las personas al cajero de un supermercado muestran tiempos variados entre una y otra (Martinez, Cruz, & Roman, 2018). Teniendo en cuenta la información anterior, el uso de un software que permita

tener una vista más real sobre los movimientos, tiempos, cantidades, espacios y capacidades, facilitará tener un mayor control sobre el proceso que se desea proponer.

Es importante destacar que:

El software FlexSim fue desarrollado por Bill Nordgren, Cliff King, Roger Hullinger, Eamonn Lavery y Anthony Johnson. FlexSim permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación (Martinez, Cruz, & Roman, 2018).

Además, se trata de un programa que hoy en día está disponible para estudiantes universitarios. Gracias a la red, es posible acceder a tutoriales que facilitan la configuración de cada uno de los elementos que ofrece esta herramienta. Esto permite un análisis detallado en el desarrollo de una propuesta de proceso, donde se pueden identificar cuellos de botella, áreas de mejora y oportunidades para reducir costos en caso de que se decida avanzar con el proyecto.

Método propuesto

Previo a la realización de la propuesta inicial, se llevaron a cabo diversas fases. La primera consistió en la creación de varios diagramas: Diagrama de actividades, Diagrama de flujo de datos, Diagrama de análisis del proceso (DAP), Diagrama de flujo de carriles, Diagrama de flujo de trabajo, Diagrama de PERT, Diagrama de proceso, Diagrama de contexto, Diagrama de recorrido, Diagrama de recepción de la materia prima, Diagrama de materiales, Diagrama de proceso de operaciones y Diagrama de puestos de trabajo. Se realizó un análisis de la funcionalidad de cada uno de estos diagramas en la toma de decisiones de la propuesta. Cada uno de ellos permitió una visualización más clara sobre el método que se quería usar para llevar a cabo la propuesta. A medida que se avanzaba, se determinó que solo se utilizarían seis diagramas en total, los cuales fueron: Diagrama de flujo, Diagrama de

recorrido, Diagrama de recepción de la materia prima, Diagrama de proceso de operaciones, Diagrama de actividades y Diagrama de puestos de trabajo.

La segunda fase se centró en el desarrollo del prototipo de la propuesta mencionada. Esta etapa se inició con la elaboración de una maqueta a escala, construida con materiales reciclables. En este proceso, se aplicaron los diagramas para segmentar las áreas necesarias para la operación de producción, las cuales se presentan a continuación:

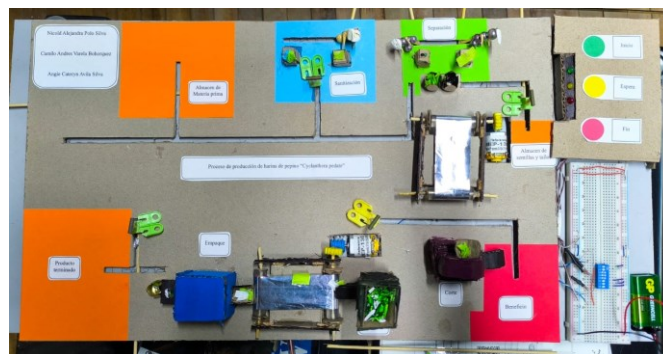
Figura 7

Perspectiva lateral



Figura 8

Perspectiva superior



Las Fig. 7 y Fig. 8 permitieron al equipo de trabajo identificar áreas necesarias que previamente no se habían considerado, como el área de beneficio y un espacio destinado al manejo de desperdicios, tales como tallos y semillas. Esto incrementó la cantidad de movimientos requeridos para completar la línea de producción y proporcionó una visión más

realista de los tiempos involucrados. Además, facilitó la estandarización de los nombres de las áreas, lo que contribuyó a un mayor orden en las tareas asignadas a cada operario.

Como resultado final, se definieron un total de siete áreas, que se dividen de la siguiente manera: tres áreas para el almacenamiento de materia prima, almacenamiento de producto terminado y almacenamiento de tallos y semillas (donde este residuo se destinará a empresas de alimentos para ganado o a la producción de abonos). Las demás áreas se segmentan en: sanitización, que incluirá dos tareas; separación, donde se asignaron inicialmente dos operarios para realizar tareas diferentes; el proceso de corte automatizado, llevado a cabo por una máquina industrial; el área de beneficio, donde se realizará el tratamiento térmico; la máquina de tamizado industrial; y la empacadora de harina industrial.

Luego de completar la fase uno y dos mencionadas, se continuó con el desarrollo de la simulación, donde se hizo uso de los diagramas de recorrido y diagramas de puesto de trabajo, los cuales corresponden a la Fig. 2 y Fig. 6. Después de analizar la distribución y con el objetivo de reducir los movimientos para minimizar tiempos muertos y disminuir la cantidad de espacio utilizado a nivel de planta, se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 9

Simulación Flexsim



Las áreas se redujeron a seis, las cuales se muestran visualmente con la separación de las paredes. Aunque la cantidad de almacenes se mantuvo, se modificó la ubicación del

almacén de tallos y semillas para facilitar el movimiento de los operadores. Esta nueva ubicación, en la parte central en lugar de la derecha, permite la instalación de un sistema helicoidal que facilitará que las cáscaras, de las cuales se han retirado las semillas y tallos, lleguen directamente a la máquina cortadora. Además, los tallos y semillas serán transportados a un punto de recolección, donde uno de los operadores tendrá la tarea de llevarlos al almacén correspondiente una vez que haya terminado las tareas asignadas por lotes.

Se estima que los lotes serán por estibas, las cuales pueden apilar hasta 176 kilogramos, lo que corresponde, en promedio, a 16 canastas que deberán ser procesadas por dos operadores. A diferencia de la planificación realizada en la maqueta, donde se dividieron las tareas de separación de tallos y semillas entre dos operadores, en este caso, se asignaron 4 operadores que realizarán la misma labor. Esto permitirá eliminar tiempos muertos y disminuir el tiempo necesario para procesar un lote de 176 kilos en el área de separación.

Como se mencionó, se integrará un sistema helicoidal que llevará la cáscara a la máquina cortadora, la cual, en cuestión de minutos, tendrá terminado el lote que será llevado al área de beneficio. Inicialmente, en esta área, la cantidad de entrada y salida sería por el mismo acceso, pero en la limitación se decidió que del carril central sólo habrá una entrada. Esto se hace para evitar un mayor consumo en la máquina de tratamiento térmico, y su salida será por el área de molienda y empaque, minimizando el esfuerzo de movimiento.

Luego, se realizará el proceso correspondiente en el área y se llevará a su almacenamiento. Es importante tener en cuenta que el medio de transporte de la materia durante cada una de las áreas será, en su mayoría, por medio de gatos estibadores, los cuales serán manejados por cada uno de los operadores de sus áreas correspondientes. Cabe aclarar que los operadores del área de sanitización, donde su tarea termina una vez que el pepino ha

sido lavado y tratado con hipoclorito, tendrán el espacio para llevar la materia al área de separación, así como para traer nuevamente materia a su área de sanitización.

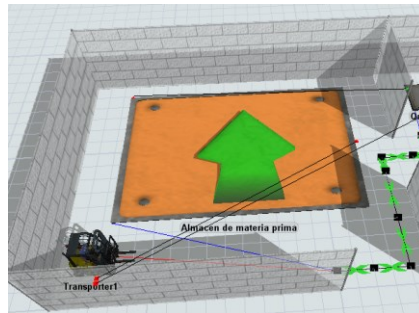
En separación, la logística es la misma: una vez que los operadores terminen su tarea del lote, se turnarán para llevar las semillas y tallos al área de almacenamiento mientras llega el nuevo lote para realizar la labor de separación. El operador del área de beneficio será el encargado de llevar la materia cortada a la máquina de tratamiento térmico y, una vez terminado el tratamiento, llevará la cáscara deshidratada al área de molienda y empaque. Como contó con dos operadores, también se turnaron para llevar el producto terminado al área de almacenamiento de producto terminado.

Flujo estimado

A continuación, se presentará en detalle cada una de las áreas elaboradas, junto con las especificaciones sobre la cantidad de personal a utilizar y las tareas que deberán realizar:

Figura 10

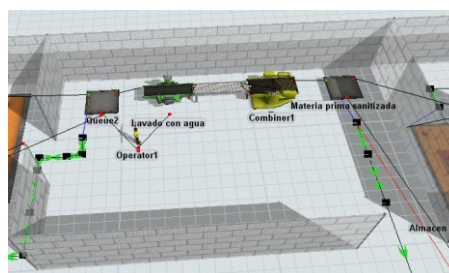
Área de almacén de materia prima



Esta área tendrá una limitación de siete toneladas de capacidad, pero inicialmente se planea utilizar solo un espacio de una tonelada. Esta decisión se toma con el fin de evitar pérdidas, considerando que se trata de una empresa productora emergente. Contará con dos puertas: la principal para el ingreso de la materia prima y la segunda para que el operador del área de sanitización pueda retirar la materia que utilizará, operación que se realizará cada vez que inicie un nuevo lote. En total, esta operación se llevará a cabo seis veces hasta completar el almacenamiento de la materia. Además, el área contará con un solo gato estibador, el cual será utilizado para la recepción de la materia.

Figura 11

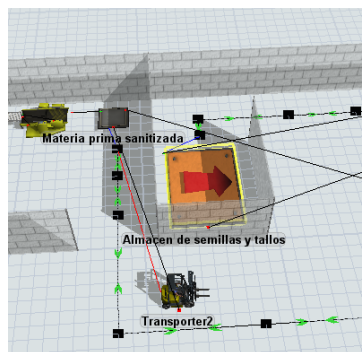
Área de sanitización



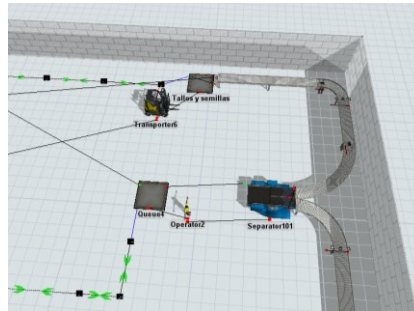
Se plantea que inicialmente el área sea manejada por un solo operador, quien tendrá las siguientes tareas: ir a recoger un nuevo lote del área de materia prima cada vez que finalice su proceso de sanitización, y realizar el proceso de sanitización por canastas. Esto implica que el operador deberá llevar a cabo esta actividad de lavado 6 veces por lote, ya que es fundamental que la tarea se realice con cuidado para no estropear la materia prima. Una vez que termine esta labor, el operador deberá llevar el producto sanitizado al área de separación y repetir nuevamente el proceso.

Figura 12

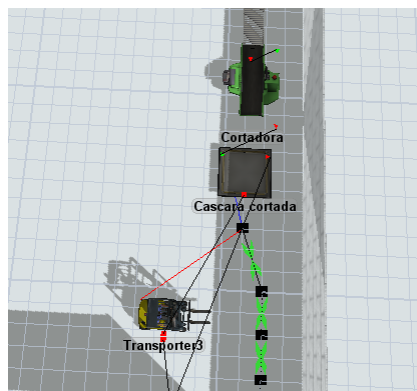
Área de almacén de tallos y semillas



Se realizó el traslado del área de almacenamiento de tallos y semillas a un área más centrada por dos motivos principales: primero, para un mejor uso del espacio estipulado para el proceso de separación; y segundo, para que la cáscara, a la cual se le ha quitado el tallo y la semilla, pueda ser transportada directamente a la máquina de cortado mediante una banda transportadora. Este cambio tiene como objetivo minimizar los movimientos de los operadores del área de separación, optimizando así la eficiencia del proceso.

Figura 13*Área de separación*

Del área de separación se estimó que, para lograr una eficiencia aceptable, se necesitan 4 operarios para la misma tarea, que consiste en retirar el tallo y la semilla de la cáscara. Aunque la simulación muestra que se cuenta con una segunda línea transportadora, esto se implementó únicamente con la intención de simular la separación de la cáscara y la semilla. En la práctica, cada operario contará con un mismo contenedor donde se ingresarán las semillas y tallos por lote. Una vez que se termine el lote, los operarios se turnarán para llevar las semillas y los tallos al área de almacenamiento de tallos y semillas, mientras que las cáscaras de pepinos limpiadas irán directamente, a través de la banda transportadora, a la máquina de corte.

Figura 14*Área de corte*

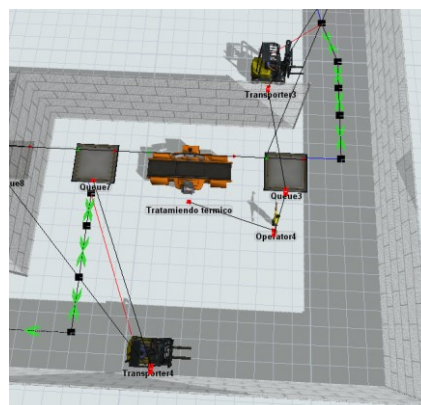
Una vez que la cantidad de 940 kilogramos llegue a la cortadora, se iniciará el proceso de corte automatizado a 2.5 cm. La razón por la cual solo llegarán 940 kilogramos de la tonelada mencionada se debe a la pérdida de 60 kg generados en el área de separación al retirar las semillas y el tallo.

Se realizó una prueba con un pepino de 150 gramos, al cual se le retiraron estas dos partes, y posteriormente se pesó de nuevo, dando como resultado 140 gramos. Esto indica que se pierde aproximadamente 10 gramos por pepino. Dado que 1 kilo de pepino corresponde casi a 6 unidades, se puede calcular que por cada kilo se pierden 60 gramos. Por lo tanto, al procesar una tonelada (1000 kg), arroja una pérdida total de 60 kg.

Así, al final del proceso, llegarán a la cortadora 940 kilogramos de la tonelada procesada inicialmente, y estos 940 kilogramos serán los que se llevarán al área de beneficio.

Figura 15

Área beneficio



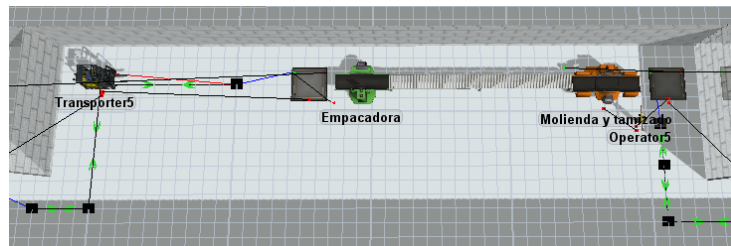
El área de beneficio recibirá por día una cantidad estimada de 940 kilogramos. Esto se debe a que el proceso de deshidratación tarda un día entero para poder obtener la cáscara con un 10% de su composición de humedad, lo que implica un tiempo de espera de 12 horas antes de poder ingresar una nueva tonelada a secar.

Además, esto significa que el material final obtenido será solo de 94 kilos a partir de los 940 kilos ingresados. Es fundamental que un operador esté disponible para supervisar que

la máquina esté realizando su proceso correctamente. Esta supervisión puede llevarse a cabo de manera presencial o mediante el uso de sensores que envíen alertas en caso de algún inconveniente, garantizando así la continuidad y eficiencia del proceso de producción.

Figura 16

Área molienda y empaçado

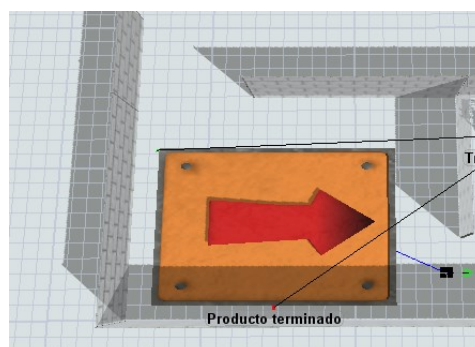


Una vez completadas las 12 horas del proceso de beneficio, se requerirá un mínimo de dos personas para comenzar el proceso de molienda y tamizado. Se ha determinado que la pérdida de materia será insignificante gracias a las tecnologías que actualmente se encuentran en el mercado.

Esta área de proceso será continua, lo que significa que, una vez que se complete la molienda, se iniciará inmediatamente el proceso de empaçado. Esta estrategia tiene como objetivo evitar inconvenientes de contaminación y facilitar un adecuado almacenaje del producto final, asegurando así la calidad y la integridad de la harina obtenida.

Figura 17

Área almacén de producto terminado



Por último, se encuentra el almacén, donde se ingresarán los productos empacados y etiquetados. Es importante destacar que el empaque del producto a vender inicialmente será por un peso de 500 g. Esta decisión se toma por cuestiones de optimización de ganancias, ya que permite un mejor manejo del producto en el mercado.

Además, se ha calculado que el costo de almacenamiento por unidad será de \$1.912. Este cálculo se realizó considerando la estimación de las personas necesarias para operar, el alquiler del espacio de la fábrica y la cantidad de unidades de materia a procesar. Este enfoque asegura que los costos operativos se mantengan bajo control mientras se maximiza la eficiencia del proceso de almacenamiento y distribución del producto final.

Resultado

Después de realizar la simulación y la relación de tiempos de procesamiento, se analizaron de manera detallada cada uno de los procesos dentro de la línea de producción. Esta línea fue separada en tres fases: la primera abarca todo el proceso de sanitización, separación y corte; la segunda fase incluye la parte de beneficio; y la última fase comprende el proceso de molienda, tamizado y empaque. A continuación, se mostrarán los datos obtenidos de la simulación. Para la fase uno, el tiempo de procesamiento es de 8.7 horas, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2

Tiempos en área de sanitización

Descripción	Cantidad	Unidades	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
Agua potable	2	min x 33 kg	7	
Hipoclorito	5	min x 33 kg		
Cantidad por procesar	1000	kg		
Cantidad por persona	30	Veces	212	3.5

El tiempo estimado para la limpieza total de una tonelada es de 3.5 horas.

Inicialmente, se había planteado una capacidad de un operador por el área, pero debido a la capacidad del tanque de lavado, el proceso tendía a demorarse 11 horas, lo cual generaba una demora extensa para la siguiente parte de la fase. Esto dejaba la alternativa de contratar a otra persona para el área, lo que se traduciría en la compra de un segundo tanque y otros costos correspondientes. Por lo tanto, se optó por cambiar el tanque de lavado de frutas por uno que tuviera la capacidad de sumergir a la vez 3 canastas, es decir, 33 kg, para el proceso de lavado con agua, así como para el lavado con hipoclorito.

Tabla 3*Tiempos en área de separación*

Descripción	Cantidad	Unidades	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
Trabajo individual	1	kg x min		
Cantidad total por limpiar	1000	kg		
Número de personas	4			
Cantidad procesada por las cuatro personas	4	kg x min	250	4.2

El área de separación tiene un tiempo estimado de 4.2 horas. Inicialmente, se estableció que el área contaría con solo dos operadores que realizarían la misma tarea, pero tras la simulación se pudo visualizar un cuello de botella, donde el tiempo era demasiado extenso, alcanzando las 8.3 horas. Por lo tanto, se optó por aumentar la cantidad de operadores que realizan esta actividad a 4. Esto eleva los costos de nómina, pero permite reducir a la mitad el tiempo de limpieza de la tonelada a procesar. A pesar de ese costo, debemos tener en cuenta que el personal que quedaría libre del área de sanitización en 3.5 horas puede ser utilizado para el transporte de la materia procesada en cada una de las áreas, como al almacén de tallos y semillas, e iniciar el proceso de corte en la máquina cortadora.

Tabla 4*Tiempo en máquina de corte*

Capacidad de la máquina	Cantidad	Unidades	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
1000 kg	1	kg x h	60	1

En ese proceso, se había planteado el uso consecutivo de la máquina cortadora, es decir, que estaría funcionando de inicio a fin durante el proceso de separación. Sin embargo, esto no es óptimo y solo representa un mayor consumo de energía durante la jornada de 8 horas. Por lo tanto, se destinó un pequeño espacio de stock de materia que, una vez realizado todo el proceso de separación de la tonelada, iniciará su proceso de corte.

Es importante tener disponibilidad de un operario con conocimiento en la preparación y arranque de la máquina cortadora (YDC-500). Se debe tener presente que la cantidad de materia cortada en peso representa solo 940 kg, ya que en el proceso de separación se genera una merma de 60 kg. Por lo tanto, la cortadora sólo procesa los 940 kg.

Tabla 5

Tiempo en máquina deshidratadora

Capacidad de la máquina	Cantidad	Unidades	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
1000 kg	1	kg x h	720	12

En el área de beneficio se contará con una máquina deshidratadora (AIO-S1500G) con capacidad de 1000 kg. Al igual que con la máquina cortadora, el ingreso de materia será de 940 kg, de los cuales solo saldrán 94 kilogramos de producto deshidratado. Esto se debe a que se realiza un tratamiento térmico con la intención de obtener el 10% de su composición para poder realizar más adelante el proceso de molienda y tamizado.

La recomendación para el secado del producto es a 57°C durante un lapso de 12 horas (Conasi, 2023). Además, se debe realizar una revisión periódica cada dos horas para evitar que el producto sea expuesto al calor de manera adicional, lo que podría quemarlo y resultar en una baja calidad del producto.

Tabla 5*Tiempo en máquina de molienda y tamizado*

Capacidad de la máquina	Cantidad	Unidades	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
(Molienda) 150 kg	1	kg x h	37.6	37.6 min
(Tamizado) 150 kg	1	kg x h	75.2	1 h 15.2 min

Para la máquina de molienda y tamizado, los tiempos estimados para completar el procesamiento de 94 kilos son de 1 hora y 52.8 minutos. Este proceso se realizará de forma secuencial a la máquina de empaque, con el objetivo de evitar posibles pérdidas o contaminación del producto.

A pesar de la investigación realizada, solo se pudo encontrar una empresa llamada Hongdefa, la cual es una empresa china dedicada a la elaboración de maquinaria industrial a pedido. Esta empresa ofrece servicios de personalización y adapta la maquinaria según la solicitud del cliente (Hongdefa). Sin embargo, su precio no está disponible al público, y realizar la cotización solo es posible mediante el nombre de la empresa. Por lo tanto, no fue posible consultar más allá de las alternativas que ofrecen, como la producción de una maquinaria que incluya tanto el proceso de molienda como el de tamizado.

Tabla 5*Tiempo en máquina empaque*

Capacidad de la máquina	Cantidad	Unidades	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
35	188	Bolsas x min	5.4	0.1

Por último, el tiempo estimado de la máquina envasadora (LD320D) tiene una capacidad máxima de 60 bolsas por minuto. Sin embargo, se eligió una velocidad de 35 bolsas por minuto, ya que la cantidad a envasar es de 188 bolsas, que representan 188 libras, equivalentes a los 94 kilos procesados en el área anterior. Esto permitirá un control más eficiente del proceso de envasado y garantizará la calidad del producto final.

Es decir, que la fábrica tendría una capacidad de producción final el primer día de 188 libras durante las primeras 23 horas y 10 minutos de funcionamiento. A continuación, se dejará un gráfico donde se especificará el tiempo utilizado en cada una de las áreas y la utilización de los operadores para evitar tiempos muertos:

Figura 18

Diagrama de estimación de tiempo por procesos



Este gráfico permitirá visualizar de manera clara la eficiencia del proceso de producción y la asignación de recursos humanos en cada etapa, asegurando que se maximice la productividad y se minimicen los tiempos de inactividad. Los colores en el gráfico representan lo siguiente:

Figura 19

Ítems de la figura 18

	Fase 1		Sanitización		Beneficio
	Fase 2		Separación		Molienda y tamizado
	Fase 3		Corte		Empaque

Donde se pueden visualizar factores importantes, lo primero es que el tiempo de funcionamiento de la planta debe ser de 24 horas, lo que se traduce en 3 turnos de operarios por día para poder procesar una sola tonelada. Esto determina que el primer día no se podrá obtener el producto final de la primera tonelada procesada. Además, se debe iniciar el proceso de sanitización de la siguiente tonelada, alrededor de 1 a 2 horas después de iniciar el proceso del área de beneficio para asegurar que se tenga producto deshidratado de manera constante.

También se indica que los operarios del área de sanitización y de separación tendrán tiempos muertos por lote procesado. Cabe aclarar que, dentro de la empresa, los lotes son manejados por una carga de 176 kg, que es el máximo que puede apilarse en 4 niveles de canasta. Este peso puede ser movido por un operador sin necesidad de herramientas automatizadas, utilizando solo gatos estibadores. Esto implica que la planificación de los turnos y la gestión del tiempo son cruciales para optimizar la producción y minimizar los tiempos de inactividad.

Por último, al ser una pequeña empresa, su cantidad de producción mensual será de 28 toneladas, es decir, 7 toneladas por semana, lo que se traduce en 5264 libras por mes para la venta. Esto implica que el personal de la fábrica descansará los sábados y domingos, retomando nuevamente su labor de producción la siguiente semana. Esta estrategia se implementa para evitar una sobrecarga en el personal y reducir costos de consumo, asegurando así un equilibrio entre la productividad y el bienestar de los trabajadores.

Ficha técnica

	FICHA TÉCNICA HARINA DE PEPINO	Revisión
		Página: 1 de 1

1. Nombre del Producto.	Harina de pepino (<i>Cyclanthera pedata</i>)	
2. Descripción del producto.	Es un ingrediente innovador y versátil obtenido de la deshidratación del pepino. Este producto se destaca por su bajo contenido calórico, y su alto valor nutricional.	
3. Legislación aplicable al producto.	Decreto 3075 modificado por la Resolución 2674 (2013) Norma Técnica Colombiana NTC 1325 (2008)	
4. Características fisicoquímicas.	Parámetro	Rango
	Humedad	9.32%
	Proteína	11.69%
	Grasa	1.02%
	Carbohidratos	69,21%
	Cenizas	8.76%
5. Características organolépticas.	OLOR: Suave y vegetal	
	SABOR: Fuerte y pastoso	
	TEXTURA: Suave	
6. Presentación y embalaje.	La harina de pepino se envasa en bolsas de propileno y se almacena en un lugar fresco para evitar su deterioro por factores ambientales. Este embalaje asegura la preservación de la calidad del producto hasta su utilización.	
7. Forma de consumo.	La harina de pepino se puede utilizar como ingrediente en diversos alimentos como sustituto de grasa en productos cárnicos, panes, galletas y otros productos horneados.	
8. Vida útil.	Se sugiere que debe ser almacenada en condiciones adecuadas (lugar fresco y seco) para mantener su calidad.	

9. Sitios de adquisición del producto.	Central de abastos
10. Condiciones durante el almacenamiento y transporte.	La harina de pepino debe ser almacenada en un lugar fresco y seco, a una temperatura de 19°C y con una humedad relativa del 50%. Durante el transporte, es crucial mantener estas condiciones para evitar la degradación del producto

Conclusiones

La simulación ha permitido ver la viabilidad y el proceso de producción de forma clara y concisa para la implementación del modelo, permitiendo la obtención de datos importantes como costos de inversión relativos, tiempo, maquinaria y cantidad de producción.

El plan de producción planteado permite una producción de 5264 bolsas de harina de pepino de una libra al mes con un ingreso de 28 toneladas al mes.

El área de beneficio representa el proceso de mayor duración en la línea de producción haciendo que su capacidad y tiempo limiten la cantidad que puede producir la planta por lo cual es un cuello de botella que limita la producción según su capacidad.

Los diagramas implementados ayudaron a la hora de la planificación de la línea de producción y también al análisis de qué maquinaria añadir para el funcionamiento de ella.

La harina de pepino forma un producto innovador, el cual aporta de manera alimenticia una gran cantidad de proteína con respecto a otras harinas del mercado

Los nuevos hábitos de consumo en la sociedad presentan nuevas oportunidades de emprendimiento, las cuales suplen las necesidades de los consumidores, por lo cual al ser un producto no existente este entra a ser un producto que compita con productos similares y que su valor añadido sean sus características nutricionales.

Trabajos futuros

Realizar un análisis de costos que contemple la inversión en maquinaria, insumos y mano de obra, así como un estudio de viabilidad comercial que permita determinar el precio de venta y la rentabilidad del producto en el mercado local, lo que implica cotizaciones reales con empresas fabricantes de maquinaria, para aproximarse a la realidad del capital necesario para iniciar operaciones.

La implementación de nuevos procesos, optimizaciones o capacidad en el área de beneficio puede permitir una mayor capacidad de producción de la harina de pepino, la cual puede hacer que se abarque y supla una mayor parte del mercado.

Anexos

Anexo A

Romero et al. (2019). Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt [*Artículo de revista*]. *Inventum*.

Recuperado de: dirección de donde se extrajo el documento

(<https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1963/1808>) [2024]

Anexo B

Polo, N. A. (2023). Análisis de innovación en el mercado vegano [*Trabajo investigativo*]. Drive. Recuperado de: dirección de donde se extrajo el documento

(<https://docs.google.com/document/d/1ex6kkghINPpe7uJxyBZxahkxT8b3zpBTOlXi0AMp91g/edit?usp=sharing>) [2024]

Bibliografía

- ¿Qué son las CRIBAS? Definición y funciones. (17 de December de 2019). Recuperado el 7 de October de 2024, de Mycsa Mulder: <https://mycsamulder.es/cribas-que-son-funciones-principales/>
- ABC Rural. (6 de November de 2018). *Equipo para obtener aceite y harina, de granos soja*. Recuperado el 9 de September de 2024, de YouTube: <https://youtu.be/iY1wuwgUfBk>
- Acodrés. (16 de Febrero de 2023). *ACODRÉS y Cluvi revelan preocupantes cifras del impacto que ha generado la inflación en los restaurantes*. Recuperado el 11 de October de 2024, de Comunicado Acrodess 4: https://img.lalr.co/cms/2023/02/16184154/Comunicado-de-Prensa-Acodres_-Cluvi-2.pdf
- Alasino, M. (2009). *Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil*. Obtenido de Biblioteca Virtual - Nacional: <http://hdl.handle.net/11185/145>
- Buffa, J., & González, E. (13 de Dic de 2013). *Desarrollo de una industria de extracción de aceites y harinas de soja*. Recuperado el 9 de September de 2024, de RDU CRUC-IUA: <https://rdu.iua.edu.ar/bitstream/123456789/1049/1/TRABAJO%20FINAL%20DE%20GRADO-Final-5-12-13.pdf>
- Cocinista. (s.f.). *Harina de soja*. Recuperado el 9 de Sept de 2024, de <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/harina-de-soja.html#:~:text=La%20harina%20de%20soja%20se%20obtiene%20de%20la%20molienda%20fina,actividades%20creativas%20en%20la%20cocina>.
- Conasi. (25 de Mayo de 2023). *Cómo deshidratar frutas y verduras*. Recuperado el 25 de 10 de 2024, de conasi: https://www.conasi.eu/blog/productos/deshidratadores/como-deshidratar-frutas/?srsltid=AfmBOorOECbADwxZV13i0P97_BRZM18bdZ2wbgFQLQlckA5QxCGv-rJT
- Cortadora de verduras industrial BCM-1650 | Cortar Frutas y Vegetales*. (s.f.). Recuperado el 7 de October de 2024, de Jegerings.com: <https://www.jegerings.com/es/producto/cortadora-de-verduras-frutas-industrial/>
- Cueva, L. P. (s.f.). *Harina de Soja Texturizada | PDF | Secadora de ropa | Extrusión*. Recuperado el 9 de September de 2024, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/392456739/Harina-de-Soya-Texturizada>
- Diagrama de Actividades*. (s.f.). Recuperado el 2024, de Innovo logística: <https://innovologistica.com/2021/07/22/analisis-de-procesos-y-el-diagrama-de-actividades/>

- Diagrama de flujo de trabajo: qué es y cómo hacerlo con ejemplos [2024]* • Asana. (9 de February de 2024). Recuperado el 11 de October de 2024, de Asana: <https://asana.com/es/resources/workflow-diagram>
- El estibador, el vehículo ideal en el transporte y almacenamiento de pallets.* (25 de December de 2020). Recuperado el 11 de October de 2024, de nike colombiana: <https://www.nikecolombiana.com/el-estibador-el-vehiculo-ideal-en-el-transporte-y-almacenamiento-de-pallets/>
- Forbes. (22 de March de 2023). *Los consumidores cada vez valoran más los productos sostenibles, artesanales y de proximidad.* Recuperado el 11 de October de 2024, de Forbes España: <https://forbes.es/actualidad/251889/los-consumidores-cada-vez-valoran-mas-los-productos-sostenibles-artesanales-y-de-proximidad/>
- FR5 - TANQUE DE LAVADO DE FRUTAS (300-500Kg) - Grupo Zingal.* (2024). Recuperado el 25 de October de 2024, de Zingal: <https://www.grupozingal.co/producto/tanque-de-lavado-de-frutas-300-500-kg/>
- Gallegos Garza, Montserrat, M., & Aguilar Pérez. (28 de Agosto de 2022). Recuperado el 9 de September de 2024, de Caracterización tecnofuncional de harinas obtenidas de la cascara y semillas de pepino (*Cucumis sativus*) y su aplicación en un alimento funcional: <http://eprints.uanl.mx/23717/1/68.pdf>
- GARCÍA, O., AIELLO MAZZARRI, C., PEÑA CHIRINO, M. C., RUIZ RAMÍREZ, J. L., & ACEVEDO PONS, I. D. C. (2012). Physicochemical characterization and functional properties of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) grain flour under different processing. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 919-928.
- Gasex. (s.f.). *Elaboración de harina y sus derivados.* Recuperado el 9 de September de 2024, de Gasex: <https://gasex.cl/agroindustria/elaboracion-de-harina-y-sus-derivados/>
- Grupo Zaamp. (2021). *¿Cómo hacer harina de soja extruida?* Recuperado el 9 de Sept de 2024, de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=4SY0pAg4gBk>
- Harina de Arveja.* (s.f.). Recuperado el 11 de October de 2024, de The Food Tech Summit & Expo: <https://expo.thefoodtech.com/wp-content/themes/summit-expo/directorio/assets/fichas/186fae23-4a11-42f8-ac90-a7095fba158c.pdf>
- Hongdefa. (s.f.). *Molino harinero de trigo.* Recuperado el 2024, de Hongdefa: https://www.maizewheatmill.org/maquina-molinera-de-harina-de-trigo/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwyL24BhCtARIsALo0fSALz1x06U6g256aNZ_F_f_qKHAQiDADKnfvj2QLoMMbSFL1Dgm3gQvEaAhauEALw_wcB
- Index Mundi. (2023). *Consumo doméstico de Harina de soja de Colombia.* Obtenido de Index Mundi: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?pais=co&producto=harina-de-soja&variable=consumo-domestico&l=es>
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (s.f.). *Diagrama de Recorrido.* Recuperado el 11 de October de 2024, de INA-PIDTE: https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/10794/mod_resource/content/1/GPIM%20R1/recorrido.html
- J, C., BL, N., & DM, N. (2005). Simulación de sistemas de eventos discreto. (4).
- Jodar, C. (11 de January de 2023). *Sostenibilidad y salud, marcan las tendencias de consumo en alimentación para 2023.* Recuperado el 11 de October de 2024, de AINIA:

<https://www.ainia.com/ainia-news/sostenibilidad-salud-tendencias-consumo-alimentacion-2023/>

- La nota económica. (2 de August de 2023). *Consumo de comida vegetariana y vegana creció 158% y 433%, respectivamente, en el primer semestre del año*. Recuperado el 11 de October de 2024, de La Nota Económica: <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/consumo-de-comida-vegetariana-y-vegana-crecio-158-y-433-respectivamente-en-el-primer-semestre-del-ano/>
- La Republica. (1 de Julio de 2022). *Uno de cada 10 hogares compra opciones de carnes veganas, de acuerdo a estudio*. Obtenido de La Republica: <https://www.larepublica.co/consumo/uno-de-cada-10-hogares-compra-opciones-de-carnes-vegan-de-acuerdo-a-estudio-3394988>
- Lavador de Verduras Industrial | Máquinas TJJ*. (s.f.). Recuperado el 7 de October de 2024, de TJJ: <https://tjf.es/lavador-verduras-industrial/>
- Localidad de Suba | Bogota.gov.co*. (s.f.). Recuperado el 11 de October de 2024, de Alcaldía de Bogotá: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades/suba>
- Lucidchart. (s.f.). *¿Qué es un diagrama de flujo?* Recuperado el 11 de October de 2024, de Lucidchart: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>
- Martinez, M., Cruz, R., & Roman, R. (2018). Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. *Científica*, 22(2), 97-104. Recuperado el 2024, de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458109002/html/#:~:text=FlexSim%20permite%20modelar%20y%20entender,desarrollar%20el%20modelo%20de%20simulaci%20%B3n>.
- Mecalux Esmena. (25 de February de 2019). *Recepción de mercancías: fases y estrategias*. Recuperado el 11 de October de 2024, de Mecalux.es: <https://www.mecalux.es/blog/recepcion-mercancias-fases>
- miro. (s.f.). *Diagrama de carriles: Qué es y cómo hacerlo*. Recuperado el 9 de September de 2024, de Miro: <https://miro.com/es/diagrama-de-flujo/que-es-diagrama-carriles/>
- Miro. (s.f.). *Diagrama de flujo de trabajo: ¿Qué es y cómo se hace?* Recuperado el 11 de October de 2024, de Miro: <https://miro.com/es/diagrama/que-es-diagrama-flujo-trabajo/>
- Niño Gaona, E. M., & Baeza Serrato, R. (26 de November de 2018). *DISEÑO Y DESARROLLO DE MANUFACTURA CELULAR EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL | JÓVENES EN LA CIENCIA*. Recuperado el 11 de October de 2024, de JÓVENES EN LA CIENCIA: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2467>
- nutriNews. (30 de September de 2021). *La soja, excelente fuente de energía y proteína*. Recuperado el 9 de September de 2024, de nutriNews: <https://nutrinews.com/ficha-de-materia-prima-harina-de-soja/>
- NutriNews. (30 de Sept de 2021). Soja: por qué es tan importante en la nutrición animal. *NutriNews*, 12.

- Revista Avance. (s.f.). *Soja nortea del campo a la mesa*. Recuperado el 9 de September de 2024, de Revista Avance: <https://www.avance.eeaoc.org.ar/articulo/soja-nortea-del-campo-a-la-mesa/>
- Rodriguez, N. (21 de April de 2022). *Diagrama de flujo de proceso: cómo hacerlo y ejemplos*. Recuperado el 11 de October de 2024, de Blog de HubSpot: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-diagrama-flujo-procesos>
- Romero, M., & Alvarado, A. (2018). *EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE GRASA POR HARINA DE PEPINO (Cyclanthera pedata) EN UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/ing_alimentos/artic le/1165/&path_info=43122700_2018.pdf
- Romero, M., Alvarado, Á., & Otálvaro, Á. (2019). Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. *Inventum*, 14, 9. Obtenido de <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1963/1808>
- UNAN. (Agosto de 2005). Recuperado el 11 de October de 2024, de UNAN-León: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/657/1/199093.pdf>
- Universidad de La Serena. (s.f.). *Modelado de la Cinética de Secado del Pimiento Rojo (Capsicum annuum L. cv Lamuyo)*. Recuperado el 25 de October de 2024, de SciELO Chile: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642005000600002
- WL, W. (2005). Investigación de operaciones aplicación y algoritmos. (4), 1-273, 1145-1528.
- Yepes Piqueras, V. (7 de June de 2021). *Diagramas de proceso de operaciones como herramienta en el estudio de métodos – El blog de Víctor Yepes*. Recuperado el 11 de October de 2024, de El blog de Víctor Yepes: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/07/diagramas-de-proceso/>