

PROYECTO DE TITULACIÓN

[EMPACADO DE TORTILLAS AL ALTO VACÍO]

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

MIREYA DENISSE CARREÓN PÉREZ

ASESOR:

ALEJANDRO PUGA VARGAS

NOVIEMBRE

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Agradezco a Dios por concederme la vida y permitirme cruzar esta etapa tan importante, donde he aprendido a valorar los pequeños momentos de felicidad y los grandes de trabajo y esfuerzo, a poner mis metas claras y a buscarlas con un grado máximo de perseverancia, a caerme, pero no a rendirme, a ir contra viento y marea para llegar a donde pretendo, pero sobre todo por concederme la salud para terminar la ingeniería.

Agradezco a mis hijos que son mi motor de arranque y que me enseñan con su inocencia que el amor es lo más poderoso que existe en todo ser, que para ellos me formo, que mi ejemplo es su mejor aprendizaje.

A mi madre que siempre me ha apoyado para salir adelante y que ha estado a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida, gracias mamá.

A mis profesores que me demuestran que se puede estar en varios rubros y que se puede lograr los objetivos en todos.

3. Resumen.

En el presente proyecto se ha desarrollado la alternativa de generar alto vacío en tortillas cien por ciento nixtamalizadas para la tortillería “Tortillas de Nixtamal”, la cual se ha visto en la necesidad de hacerlo, debido a los requerimientos de sus clientes, quienes han referido a la empresa el deseo de guardar por más tiempo su producto debido a necesidades personales, siendo así el punto de partida para que el residente realice el presente proyecto con el fin de ofrecer a la tortillería la posible alternativa utilizando la metodología DMAIC, como herramienta de Six Sigma, donde realiza métodos estadísticos, mismos que reflejan la afirmación de que es posible llevar a cabo el alto vacío en las tortillas prolongando su vida útil y conservando las características de calidad en el producto que son las que el cliente busca. Con ello se hace referencia al desarrollo del proyecto y a los resultados obtenidos.

Por otro lado, se destacan en el presente documento los aprendizajes y habilidades que el residente aprendió al llevar a cabo el presente proyecto, así como sus alcances y limitaciones, los cuales exponen que se desarrolla la posible alternativa, siendo esta el alcance del proyecto quedando a criterio de someterse dentro del proceso de producción si es que los dueños de la tortillería lo deciden aprobar, considerándose este como su limitación.

Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	1
2. Agradecimientos.	1
3. Resumen.	2
4. Lista de Tablas	5
4.1 Lista de Figuras	5
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	7
5.- Introducción	7
Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	8
Objetivos.....	13
Problemas a resolver, priorizándolos.	15
6. Justificación	15
7. CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	17
8. Marco Teórico (fundamentos teóricos).	17
Que es el vacío	17
Comportamiento de los alimentos al vacío	17
Envases y empaques utilizados	18
Estudio del proceso de empacado al vacío	19
Proceso de empacado.....	12
Empacado al vacío	18
Envase y embalaje	19
Estudio del proceso de sellado	29
Tipos de sistemas de sellado	29
Mecanismo de sellado	30
Metodología DMAIC	31
Casos de investigación: alto vacío	34
Gráfico de capacidad	39

CAPÍTULO 4: DESARROLLO	40
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	40
Diagrama de Pareto	42
Diagrama de Ishikawa	43
Diagrama de capacidad del proceso	47
Cronograma de actividades	51
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	52
12. Resultados	52
Diagrama de Pareto. Características	53
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	56
12. Conclusiones del Proyecto	56
13. CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	58
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	58
15. CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	59
15. Fuentes de información	59

4. Lista de Tablas

Tabla 1. Encuesta de Mercado. Características de Preferencia.....	33
Tabla 2. Orden de características de Acuerdo a Preferencia.....	34
Tabla 3. Características con el Valor de Frecuencia.....	34
Tabla 4. M. P. Para el Alto Vacío.....	36
Tabla 5. Equipo para el Alto Vacío.....	37
Tabla 6. Procedimiento para el Alto Vacío.....	37
Tabla 7. Representación con Fotografías del Procedimiento Realizado.....	37
Tabla 8. Representación de Eventos. Tiempos de Duración.....	40
Tabla 9. Encuesta de Mercado. Alto Vacío.....	41
Tabla 10. Características Evaluadas con el Alto Vacío.....	43
Tabla 11. Cronograma de Actividades Realizadas.....	43
Tabla 12. Gráfico Comparativo del antes y después del Vacío.....	48

4.1 Lista de Figuras

Ilustración 1. Torteado de Masa	1
Ilustración 2. Cocción de Tortillas Manualmente	2
Ilustración 3. Adquisición de Cabezal de Tortillero	3
Ilustración 4. Elaboración de Tortilla Tipo Torteada con Cabezal	4
Ilustración 5. Equipo Completo de Tortillería	5
Ilustración 6. Muestra la Organización de la Empresa en sus Diferentes Areas con los Responsables de Estas.	7
Ilustración 7. Propiedades de Materiales de Envasado	12
Ilustración 8. Proceso de empackado Alimento colocado	13
Ilustración 9. Proceso de empackado Tapa Cerrada	13
Ilustración 10. Proceso de Empacado Extracción de aire	14
Ilustración 11. Proceso de Empacado Sellado de Empaque	14
Ilustración 12. Proceso de Empacado Ingreso del Aire Exterior	15
Ilustración 13. Proceso de Empacado Alimento Empacado	16

Ilustración 14. Empaque al vacío en el Exterior, Alimento Colocado	16
Ilustración 15. Empaque al Vacío Cerrado de Tapa	17
Ilustración 16. Empaque al Vacío en el Exterior, Extracción de Aire	17
Ilustración 17. Empaque al Vacío en el Exterior, Sellado del Empaque	17
Ilustración 18. Empaque al Vacío en el Exterior Sellado del Empaque	18
Ilustración 19. Materiales de Envasado	21
Ilustración 20. Selladora de Lámina	23
Ilustración 21. Etapas de la Metodología DMAIC	25
Ilustración 22. Diagrama de Pareto. Características Analizadas en la Calidad del Producto....	35
Ilustración 23. Diagrama de Causa y Efecto. Muestra las Posibles Causas de Porque no se Desarrolla el Alto Vacío	36
Ilustración 24. Análisis de la Capacidad Considerando el Tiempo como Variable	40
Ilustración 25. Diagrama de Pareto Representando el Valor de las Características al ser Recién Elaborado.	46
Ilustración 26. Diagrama de Pareto Representando el Valor de las características Después de 27 Días de Ser elaborado Aplicando el Alto Vacío	47

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

Para que un producto sea aceptado por un consumidor y no solo eso, sino que, lo perciba con estándar de calidad alto debe cumplir con todas sus características en excelencia, para que esto se logre se debe considerar la calidad como parte del proceso desde su planificación hasta llegar a manos del consumidor, siendo así que debe calificar cada una de las etapas, las cuales deben ser planificadas y verificadas según lo determine la organización, conforme a ello la realización de cambios en el proceso es muy importante, puesto que deben ser medidos en todas las formas posibles, de tal manera que le generen un bien al producto final, de no ser así no deben realizarse puesto que perjudican su calidad, su prestigio y por lo tanto el consumidor lo percibe como característica propia del producto, en base a lo anterior el presente proyecto está enfocado en contribuir a la mejora de la calidad de las tortillas por medio de ofrecerle a la tortillería “Tortillas de Nixtamal” una alternativa de empacado al alto vacío, la cual es desarrollada ante la problemática suscitada, donde los clientes expresan la necesidad de adquirir tortillas que puedan almacenar por más tiempo, pero que sigan conservando las características de su preferencia, lo cual sería muy favorecedor, por lo que aún se encuentra sin cubrir dicha necesidad, de acuerdo a lo anterior se empleó la metodología DMAIC para medir una posible prueba de empacado al alto vacío, con el fin de saber si se podía prolongar la vida útil de las tortillas, los resultados fueron favorables, puesto que se determinó que el empacado al alto vacío en las tortillas extendió su caducidad en un 200%, representando un 100% más, siendo esto ideal para el consumo humano, además de preservar las características propias de este; cabe mencionar que el alcance del proyecto fue, la alternativa proporcionada a la tortillería con sus respectivos resultados basados en métodos estadísticos.

6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

La empresa Tortillas de Nixtamal se clasifica dentro del giro alimenticio, dedicándose a la producción de tortillas de maíz nixtamalizado, libre de cualquier agente químico y usando como ingredientes exclusivos, agua, maíz y cal, lo que le ha brindado una gran aceptación e importancia dentro de su contexto comercial, ya que es la única empresa en su giro que ofrece un producto totalmente libre de mejoradores químicos como lo son: las harinas, conservadores, blanqueadores, ablandadores, suavizantes o cualquier otro tipo aditivo ajeno a la fórmula tradicional de la tortilla de maíz mexicana. Su inicio se remonta en agosto del año 2020, cuando derivado del gusto de los propietarios, por los productos naturales, es que deciden elaborar sus propias tortillas de maíz nixtamalizado de forma manual y para consumo propio en la cochera de su hogar, mostrándose en la ilustración 1 el torteado de la masa y en ilustración 2 la cocción de las tortillas manualmente.



Ilustración 1. Torteado de Masa



Ilustración 2. *Cocción de Tortillas Manualmente*

Siendo que para septiembre del mismo año, la propietaria de un pequeño restaurante de la misma localidad probara dichas tortillas, quedando satisfecha por las características del producto, la cual comenzó a solicitar pedidos para el abastecimiento de su negocio, un mes después comenzaron los pedidos por parte de los comensales del restaurante, dando la pauta para que en noviembre del 2020 se cambiaran las operaciones de producción, a un local comercial, ubicado en Av. Jesús Macías Rangel # 112. Villa Juárez, Asientos, Ags.

A finales de febrero del 2021 se consiguió a crédito el primer cabezal marca Celorio, con la finalidad de elaborar la orna de la tortilla de forma mecánica y poder sustituir la máquina manual de madera, en septiembre del mismo año se compró la primera amasadora, reduciendo el tiempo para amasar de 40 min. a 5 min. por bote de 18 kg. teniendo una importante reducción en tiempos del 12.5%. En la ilustración 3 nos muestra el cabezal que se adquirió, mientras que en la ilustración 4 nos muestra la elaboración de tortilla tipo torteada con el cabezal.



Ilustración 3. *Adquisición de Cabezal de Tortillero*



Ilustración 4. Elaboración de Tortilla Tipo Torteada con Cabezal

En el mes de mayo se adquirió un chasis de segundo uso y sin sus principales componentes, para comenzar su restauración inmediatamente, hasta el mes de noviembre que entró en funcionamiento, mejorando sustancialmente los tiempos de producción, pasando de hasta 8 kg por hora manualmente a 70 kg por hora mecánicamente. En la ilustración 5 se muestra el equipo completo de tortillería.



Ilustración 5. *Equipo Completo de Tortillería*

Gracias a sus procesos y buenas prácticas, evita totalmente el uso de aditivos y conservadores, alargando la vida de anaquel de su producto, hasta 14 días para su consumo; por el momento no tiene cadenas de distribución para su venta, solo cuenta con venta de mostrador, su proceso de fabricación es mecánico y su empaquetado en forma manual, cuenta con 2 empleados, equipo y maquinaria industrial. Actualmente tiene producción por 350 kg de tortillas semanalmente, cuenta con diferentes áreas, como lo son: producción, administración, ventas y atención al cliente.

Principales clientes de la empresa

La empresa tiene como principales clientes las amas de casa del lugar geográfico donde se encuentra ubicada, que comprende alrededor de 14,800 habitantes, aunque cabe mencionar que no todos son clientes de la empresa, solo tiene relación mercantil con 60 personas del poblado y 30 de externas, que son de poblados alrededores a la zona. Entre los clientes también se encuentran hombres, pero en su mayoría, 70% son mujeres.

Misión

Somos una empresa dedicada a la producción y comercialización de tortillas de maíz 100% nixtamalizadas, evitando el uso de aditivos alimenticios, tenemos como prioridad la salud de nuestros clientes, por ello mantenemos los mayores estándares de calidad e higiene en nuestros productos, comprometidos a la mejora continua y crecimiento en la marca.

Visión

Consolidarnos como una marca internacional de producción de tortillas orgánicas, hechas de maíz nixtamalizado, con los mejores estándares de calidad con el fin de satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Objetivos

General

Elaborar tortillas de maíz nixtamalizado de alta calidad, libres de agentes químicos que puedan alterar la composición natural del producto, para satisfacer las expectativas de nuestros clientes.

Específicos

Elaborar tortillas 100% de maíz, utilizando materias primas de calidad

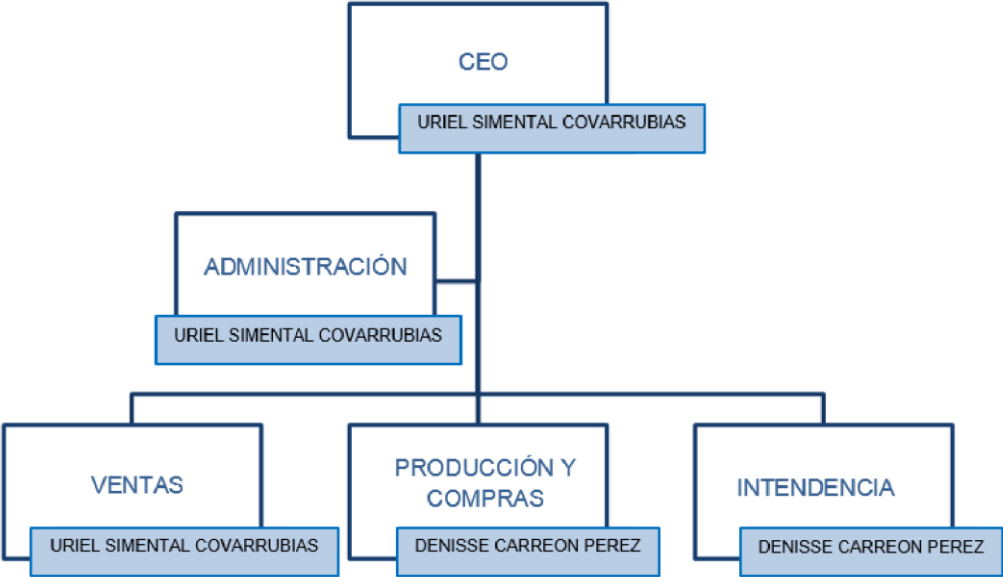
Generar la satisfacción del cliente en un 100%, atendiendo sus necesidades.

Conservar las propiedades de la tortilla, como lo son flexibilidad, humedad, frescura, sabor en un 95%, elaborando un producto con mayor calidad.

Ofrecer al cliente un producto inocuo.

La ilustración 6 muestra el organigrama de la empresa.

Organigrama



7. Problemas a resolver, priorizándolos.

La empresa Tortillas de Nixtamal se encuentra elaborando tortillas 100% de maíz nixtamalizado, sin el uso de aditivos ni conservadores, siendo de consumo inmediato por el cliente, actualmente se ha presentado la necesidad donde el cliente requiere almacenar sus tortillas, algunas veces para exportación al extranjero otras porque así lo desea, pero el producto aun estando en refrigeración no mantiene su vida útil por más de dos semanas, su caducidad vence y por consecuencia sus características cambian desfavorablemente, lo cual se lo ha hecho saber a la tortillería, de tal manera que se ha decidido buscar una alternativa para ofrecerle al cliente mayor conserva en refrigeración, donde el producto siga conservando su frescura y mantenga sus propiedades como si fuera recién elaborado y, por sobre todo se alargue su vida útil para el consumo.

8. Justificación

La solución del problema presentado es muy importante para la empresa debido a que atiende los requerimientos de sus clientes, atiende sus necesidades y sobre todo puede ofrecer un producto de mejor calidad, en frescura, conserva para su consumo, además de seguir en mejora continua, también puede acceder a la posibilidad de contemplar un nicho de mercado más extenso; al enfocarse en la vida útil del producto se prolongaría al doble de tiempo de lo que normalmente se tiene, que es de 13.5 días a 27 días, de vida útil para su consumo en refrigeración, representando un 100% más de acuerdo a lo establecido, quedando en un 200% en su totalidad como caducidad, obteniendo beneficios como prestigio para la tortillería, mayores ventas, entradas a mercados nuevos, mejora en la calidad del producto, mejor disposición, distribución y control en el almacén, dando una mejor respuesta al embalaje en el producto. De acuerdo a lo anterior podemos precisar que el residente desarrollará habilidades al ser partícipe en el área, tales como, manejo y control en las operaciones de envasado de tortillas al alto vacío, desde sus materiales en la calidad hasta el proceso como tal, capacidad de resolución de problemáticas ante el correcto envasado del producto, aprendizaje en mediciones,

capacidad para la detección de fallos, su correcto funcionamiento y verificación en la cadena de procesos, así como agilidad de rapidez dentro de producción, aprendizaje en la participación de los requerimientos de embalaje, habilidades en procedimientos establecidos, conocimientos en la calidad de la conserva de productos alimentarios, capacidad para seguir procedimientos establecidos, destreza para trabajar en equipo y capacidad de liderazgo la presente área, capacidad de análisis y toma de decisiones dentro de un proceso.

9. Objetivos

General

Ofrecer una alternativa de conserva de empacado de alto vacío para la tortillería Tortillas de Nixtamal, la cual al aplicarla pueda reflejar mayor caducidad en el producto, maximizando la durabilidad en tiempo de hasta por 27 días bajo refrigeración conservando una calidad óptima para consumo humano.

Específicos

Alargar la vida de anaquel de las tortillas por medio del alto vacío hasta en un 200% en refrigeración.

Conservar la humedad y el sabor de la tortilla en un 90% para que al momento de calentarla pueda caracterizarse como si fuera recién elaborada.

Elaboración de encuestas para conocer la caducidad por medio de la voz del cliente.

Aplicación y desarrollo de herramientas de calidad para llevar un control estadístico.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

(Sánchez Carrera, 2015).

Que es el vacío

El vacío es simplemente la ausencia de aire. Podemos crear vacío en un contenedor, absorbiendo todo el aire y luego sellándolo para evitar que el aire retorne. La razón más importante para crear vacío es eliminar el oxígeno debido a que:

- El aire está compuesto de oxígeno alrededor del 21%. La mayoría de las bacterias asociadas con el deterioro de los alimentos necesitan oxígeno para crecer. Con menor cantidad de oxígeno disponible, las bacterias crecen más lento y la comida durara más antes de echarse a perder.
- El oxígeno es altamente reactivo y muchos compuestos orgánicos que dan el sabor a los alimentos reaccionan con él, dando un sabor añejo a la comida.

Comportamiento de los alimentos al vacío

Un alimento al contacto con el aire comienza a perder su sabor y cambia en apariencia, como por ejemplo la manzana y el plátano que muestran signos de rápida oxidación, esta reacción ocurre en todos los alimentos frescos, aunque no siempre los efectos son evidentes o inmediatos. En el vacío sin la presencia de oxígeno los alimentos podrán mantener el sabor y la apariencia que por la oxidación hubiesen sido modificados.

En el caso de los alimentos que contienen aceites naturales como por ejemplo el pescado, expuesto al aire del medio ambiente se vuelven rancios o añejos debido a que sus aceites se deterioran rápidamente. Estos alimentos en el vacío pueden mantener su sabor y evitar el añejamiento, ya que sus aceites se conservan por mayor tiempo.

El mantenimiento de la humedad de los alimentos también es una ventaja que presenta la conservación al vacío, sobre todo porque al retirar el aire, la envoltura queda ajustada a la forma del alimento, esto ayuda a evitar la evaporación manteniendo la humedad y la textura. Por el contrario, en el caso de alimentos secos como los cereales y galletas, el vacío ayuda a evitar que se suavicen por la humedad del aire.

Envases y empaques utilizados

Tipos de envases Los envases más extendidos en el envasado al vacío se fabrican con materiales poliméricos y se dividen en dos categorías:

Envases flexibles:

A este grupo pertenecen los envases o bolsas tipo “almohada”, que tienen una soldadura longitudinal y dos transversales en los extremos, y los de tipo “saco o sobre”, con los cuatro lados sellados.

Envases rígidos:

Constan de dos componentes. El primero puede tener distintas formas (copa, vaso) aunque generalmente se trata de una bandeja sobre la que se deposita el alimento. El otro componente es una tapa que puede ser rígida o una película flexible.

Propiedades de los materiales de envasado

Dentro de las tecnologías de envasado en atmósfera protectora, la función principal que desempeña el envase es proteger el alimento del medio externo y preservar el ambiente creado en su interior. Los materiales con los que son fabricados deben presentar determinadas propiedades desde el punto de vista técnico, comercial, legal, etc. Algunas propiedades importantes de los materiales de envasado se resumen en la ilustración 7:

Propiedades de los materiales de envasado para atmósfera protectora	
Barrera o protección	Barrera frente a gases, humedad y olores Protección frente a la luz Resistencia a grasas y aceites
Técnicas o Mecánicas	Resistencia a fuerzas de tracción y fricción Resistencia frente a impactos, desgarros, perforaciones y abrasiones Flexibilidad para soportar la presión interna de los gases Aptitud para el termoformado Facilidad de sellado Resistencia a bajas y/ o altas temperaturas
Comerciales	Brillo y transparencia Facilidad de apertura Aptitud para la impresión y la adición de etiquetas y códigos Calentamiento en horno convencional o microondas
Económicas	Rendimiento y coste por metro cuadrado Disponibilidad en el mercado
Legales	Inercia química
Medioambientales	Posibilidad de reciclado

Ilustración 7. *Propiedades de Materiales de Envasado*

Estudio del proceso de empacado al vacío

Proceso de empacado

El proceso de empacado es algo diferente para cada tipo de empacadora en el caso de las empacadoras de cámara de vacío consta de 6 pasos: El primero se observa en la siguiente imagen: colocar adecuadamente el alimento con su empaque en la máquina como se muestra en la ilustración 8.

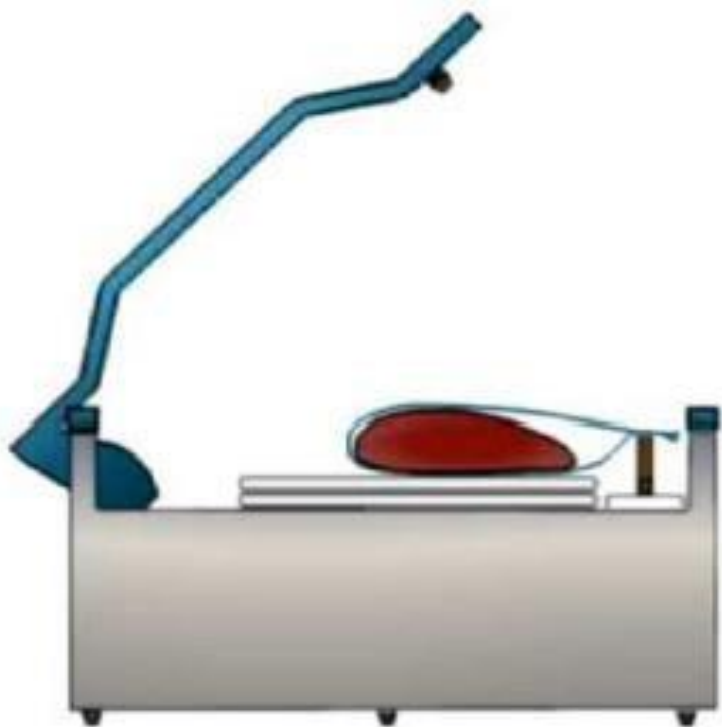


Ilustración 8. *Proceso de empacado Alimento colocado*

El segundo paso se observa en la ilustración 9: cerrar la tapa de la cámara de vacío.

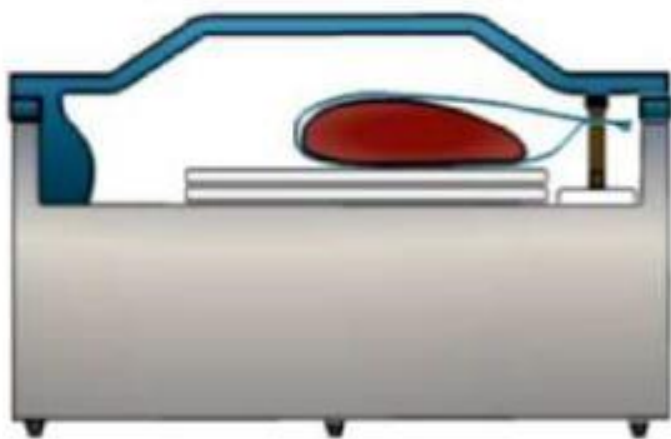


Ilustración 9. *Proceso de empacado Tapa Cerrada*

El tercer paso se observa en la ilustración 10: encender la bomba de vacío y extraer el aire de la cámara.

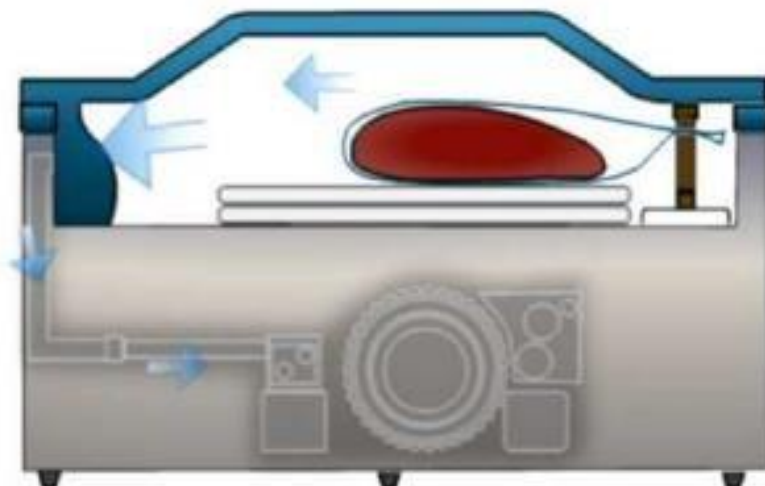


Ilustración 10. *Proceso de Empacado Extracción de aire*

El cuarto paso se observa en la ilustración 11 sellar el empaque plástico generalmente esto lo hace automáticamente la máquina después de terminado el tiempo de vacío.

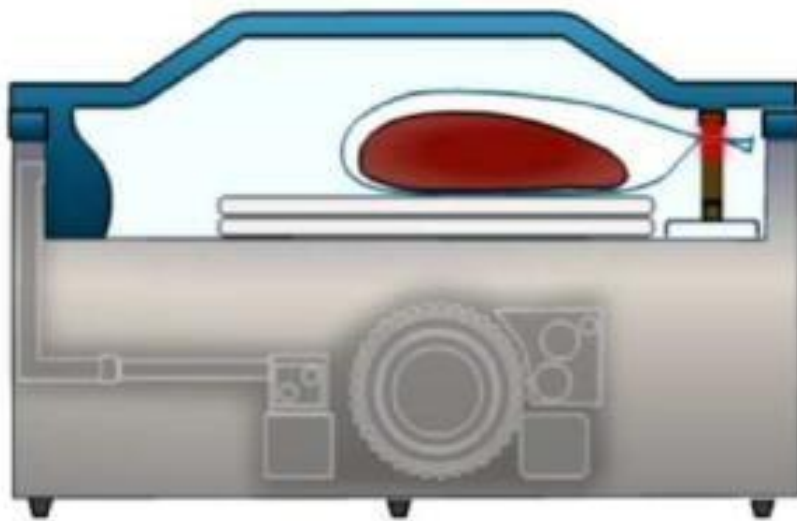


Ilustración 11. *Proceso de Empacado Sellado de Empaque*

El quinto paso se observa en la ilustración 12: permitir el paso del aire del exterior dentro de la cámara, el empaque se ajustará a la forma del alimento.

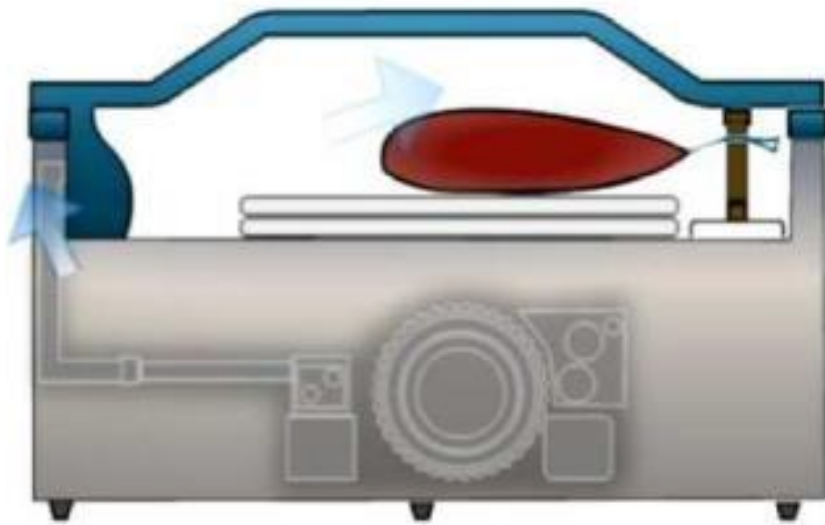


Ilustración 12. *Proceso de Empacado Ingreso del Aire Exterior*

El sexto paso se observa en la ilustración 13: abrir la tapa de la cámara y el alimento empacado se puede retirar.

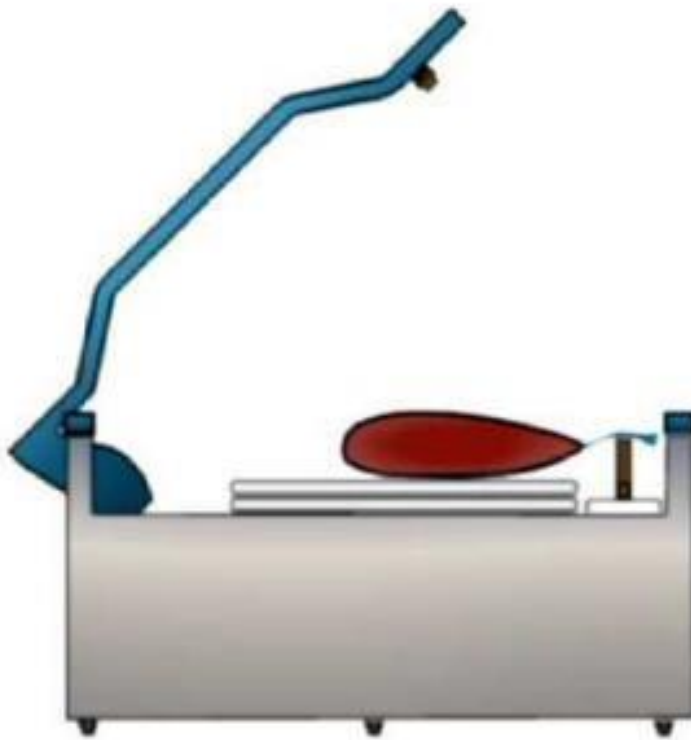


Ilustración 13. *Proceso de Empacado Alimento Empacado*

Para empacadoras en el exterior el proceso consiste de 5 pasos: Primero como se observa en la ilustración 14, se coloca el alimento con el empaque en la máquina

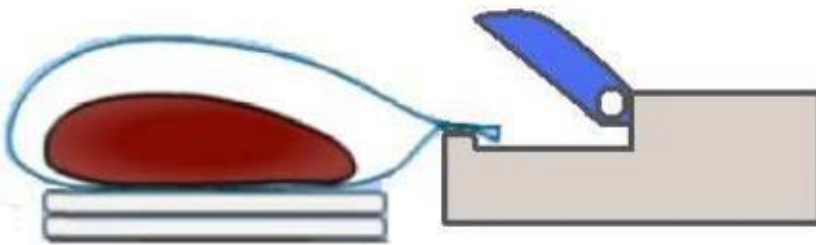


Ilustración 14. *Empaque al vacío en el Exterior, Alimento Colocado*

El segundo paso se observa en la ilustración 15: cerrar la mordaza firmemente.

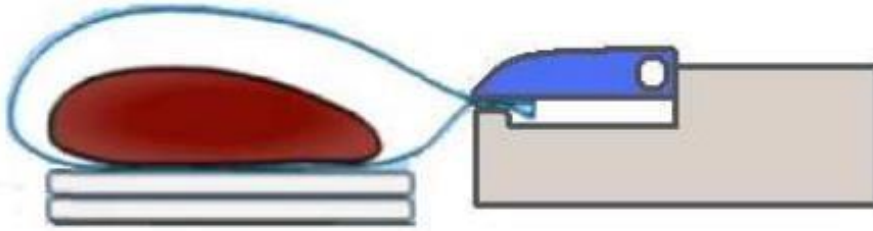


Ilustración 15. *Empaque al Vacío Cerrado de Tapa*

El tercer paso se observa en la ilustración 16: extraer el aire de la cámara.

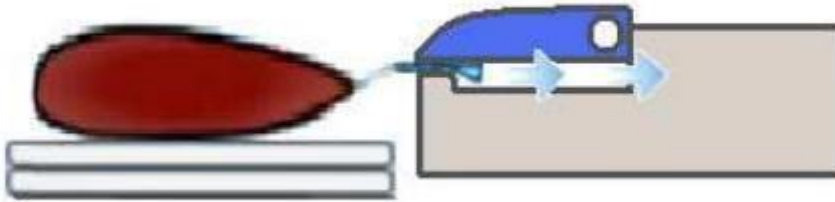


Ilustración 16. *Empaque al Vacío en el Exterior, Extracción de Aire*

El cuarto paso se observa en la ilustración 17: sellar el empaque plástico que generalmente la máquina lo hace automáticamente luego de terminado el tiempo de vacío.

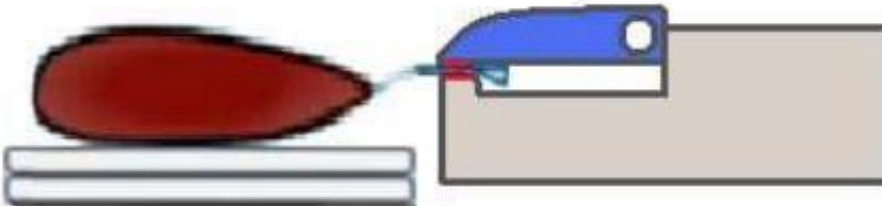


Ilustración 17. *Empaque al Vacío en el Exterior, Sellado del Empaque*

El quinto paso se observa en la ilustración 18: levantar la mordaza y el alimento empacado se puede retirar.

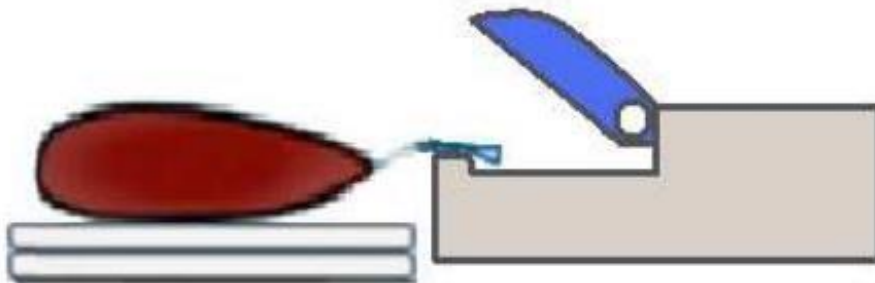


Ilustración 18. *Empaque al Vacío en el Exterior Sellado del Empaque*

Empacado al vacío

a. Definición

Empacar al vacío consiste en extraer el aire del interior del empaque, con lo cual ganaremos tiempo de conservación ya que retardamos el proceso natural de descomposición del producto. Este empaque preserva el producto del contacto con el exterior, con esto se aísla de cualquier tipo de contaminación por contacto, no se reseca el producto y se evita la oxidación, así como la contaminación con otros productos que lo rodeen.

b. Almacenar alimentos sin empaque

- El aire frío del refrigerador quema y deshidrata los alimentos congelados.
- En presencia de oxígeno, las bacterias y microorganismos crecen y se reproducen, lo que acelera la descomposición de los comestibles.
- En presencia de oxígeno, los alimentos con alto contenido graso, como las nueces y el aceite vegetal, desarrollan un olor y sabor rancios.
- Además de oxígeno, el aire también contiene humedad, cuya presencia hace que los alimentos pierdan su frescura.
- Causa endurecimiento en alimentos sólidos, como el azúcar o la sal.
- Para sobrevivir y propagarse, los insectos requieren oxígeno. En su ausencia, los insectos desaparecen.

c. Beneficios del empaque al vacío

- Los alimentos empacados al vacío mantienen su frescura y sabor de 3 a 5 veces más tiempo que con los métodos convencionales.
- Los alimentos frescos mantienen su textura y apariencia natural.

- Los alimentos que se guardan en el congelador no se queman, ya que no están expuestos al aire frío.
- Los alimentos no se deshidratan ya que, al no haber aire, se mantiene la humedad natural de los comestibles. Los alimentos en polvo, como el azúcar o la sal, no se endurecen ya que, al no estar en contacto con el aire, no pueden absorber humedad.
- Los alimentos con olores fuertes, como la cebolla y el ajo, no transmiten su olor a otros alimentos en su refrigerador. Al estar completamente sellados, impiden el escape de aire.
- Los alimentos con alto contenido graso no se ponen rancios porque el oxígeno del aire no puede ingresar a las bolsas o envases sellados herméticamente.
- Los alimentos secos, como la harina, las pastas y el arroz, se mantienen libres de insectos y plagas como gorgojos y orugas. La ausencia de oxígeno en los envases impide que sobrevivan y se reproduzcan.

d. Desventajas del empackado al vacío

- El costo de las máquinas para realizar el empaque al vacío es de precios altos.
- El empaque debe ser manejado técnicamente para que no haya fugas.

Sánchez Carrera, D. C. (2015). *Elaboración de hamburguesas vegetarianas con diferentes productos naturales (avena, lenteja) empacadas al vacío. Riobamba 2013* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

(Bravo, 2016)

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual se conserva apto bajo condiciones óptimas de almacenamiento y conservación para el consumo, desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, nutricionales, microbiológicas y fisicoquímicas por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables.

Envase y embalaje

Para preservar y conservar intactas las propiedades nutricionales y características de un producto es necesario contar con un envase y embalaje que le ayude a mantener las

características antes mencionadas, así mismo permita la transportación y distribución del mismo.

Los alimentos se pueden deteriorar por tres grupos de microorganismos: bacterias, levaduras y mohos; dicho deterioro ocurre de dos formas: en forma saprofita, en la que crecen en el alimento y afectan las propiedades organolépticas, y al producirse toxinas afectan la salud de los consumidores. Adicionalmente, al deterioro causado por microorganismos se encuentran otros factores que intervienen en la pérdida de la calidad original y en el deterioro de un alimento como lo son: la exposición a la luz solar (influye en la pérdida de vitaminas y en el enranciamiento de las grasas), el contacto con el oxígeno del aire, la temperatura (puede destruir, inactivar o hacer que se reproduzcan rápidamente los gérmenes), el grado de humedad (favorece o impide el desarrollo bacteriano y el enmohecimiento) y la acidez (permite minimizar la pérdida de ciertas vitaminas).

DIONICIO MENDOZA, J. B. EMPAQUETADO AL ALTO VACÍO DE TRUCHA ARCOÍRIS PARA COMERCIALIZACION EN EL MERCADO INTERNO, ESTADO DE MÉXICO 2019.

(Envapack, 2015)

Para preservar un mayor tiempo la vida útil de los alimentos en general, especialmente carnes, pescados y otros alimentos, se usa el envasado al vacío, el cual consiste en la eliminación casi total del aire dentro del envase, sin que sea remplazado por otro gas. La mayor parte del oxígeno alrededor de los alimentos se elimina, y el paquete se sella casi herméticamente. Este sistema previene la recontaminación de los alimentos y la fuga de componentes de los alimentos, incluyendo las pérdidas por evaporación de sustancias volátiles de sabor y la humedad. Brindando una barrera protectora contra la humedad, la luz y cierto grado de aislamiento térmico. (Bravo, 2016)

El Sistema de Empacado al vacío:

Un sistema de empackado al vacío requiere de tres partes o elementos principales que son:

- El material de empacketado
- La maquinaria y equipo de empackado que genere vacío

- El control de la temperatura de refrigeración

El material de empaquetado:

Obviamente el material de empaque utilizado en un sistema de vacío debe lograr el mantener el vacío generado, durante la mayor cantidad de tiempo. Debemos tener en cuenta que los materiales de empaque tienen diferentes grados de barrera al aire o a los gases como puede verse en la ilustración 19:

Barrera a los gases	Material
Alta	Hojalata
Alta	Vidrio
Media	Polímeros
Baja	Cartón y Papel

Ilustración 19. *Materiales de Envasado*

PA/PE/PA/PE este es un laminado de uso corriente para envasado al vacío con bolsas de cuatro capas.

PA = Poliamida o Nylon. aporta en este laminado la barrera a los gases.

PE = Polietileno que aporta en este laminado la barrera a la humedad y la facilidad de sellado. Se debe destacar que los productos empacados en hojalata y vidrio no requieren refrigeración hasta su apertura. Los polímeros entre los que se cuentan una extensa variedad también poseen diferentes grados de permeabilidad o barrera a los gases, por lo que es conveniente verificar el grado de protección antes de decidirse por un material.

Condiciones para un buen sistema de empackado al vacío.

Todo sistema de empackado al vacío debe verificar cuatro factores durante el proceso que son:

1. Condiciones altamente higiénicas durante el proceso del producto y durante su empaque.
2. Aplicar materiales de alta barrera a gases y a oxígeno, que en condiciones normales de temperatura y presión puedan garantizar por cada 24 horas 4 a 8cc/metro cuadrado.
3. Equipos apropiados que puedan generar un alto vacío equivalente a 10 milibares dentro del empaque; y que además proporcionen un sellado sin degradamiento del material ni marcas fuertes de la mordaza.
4. Frío adecuado y constante de entre 00C y 40C.

Aguilera, D. J. (2020). Vida útil de producto marino tipo embutido almacenado en refrigeración, con la adición de un antimicrobiano natural.

(BEDOYA, QUISIRUMBAY, 2007).

Estudio del proceso de sellado

El sellado de fundas o bolsas plásticas es utilizado para el empaque de todo tipo de productos líquidos o sólidos, pueden ser de diferentes materiales (véase tabla 3) pero generalmente son de polietileno, polipropileno y poliéster. Entre los diferentes tipos de sistemas de sellado se tienen: Sellado por lámina, sellado por tubos o barras y sellado por aire caliente.

Tipos de sistemas de sellado

Sellado por lámina

Este tipo de sellado utiliza una resistencia eléctrica o niquelina que tiene un pequeño espesor, se coloca generalmente con un delgado aislamiento de teflón, se ejerce una ligera presión sobre el empaque plástico y la niquelina que se calienta instantáneamente realizando el sello. La temperatura y el tiempo de calentamiento son regulables y se muestra en la ilustración 20:



Ilustración 20. *Selladora de Lámina*

Ventajas

- Son de fácil construcción y de simple funcionamiento.
- El sellado se hace de manera instantánea.
- Se puede controlar fácilmente la temperatura de trabajo.

Desventajas

- El aislamiento de teflón y la niquelina se deterioran rápidamente.
- Se obtienen sellos defectuosos cuando los empaques son de un espesor muy pequeño o muy grande.

Mecanismo de sellado

El mecanismo de sellado de empaques plásticos en todos los sistemas descritos anteriormente sea a nivel industrial o no, se denomina termosoldado.

El termosoldado es un proceso mediante el cual dos materiales se funden juntos por acción del calor y presión, produciendo una unión entre ambas que asegura la integridad y hermeticidad del cierre. Se aplica a polímeros termoplásticos compatibles o combinaciones de materiales recubiertos por revestimientos termoplásticos.

El calor necesario para la fusión sea cual sea el medio que lo produce (paso de corriente eléctrica, gas o aire caliente, etc.) debe ser suficiente para que se garantice un termosoldado hermético y resistente en caliente y en frío. La resistencia en caliente se refiere a evitar un excesivo calor que haga que el plástico se funda hasta un punto tal, que se corte o se formen agujeros indeseables.

La presión aplicada debe ser la adecuada ya que si es excesiva cortará del empaque plástico, sin embargo, no debe ser muy leve ya que esto producirá un sellado poco uniforme y con un mal aspecto.

Quisirumbay Gaibor, D. S., & Bedoya Buenaño, I. R. (2007). *Diseño y construcción de una máquina semiautomática selladora de fundas plásticas con una capacidad de treinta sellos por minuto* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2007).

Metodología DMAIC

Metodología de mejora Seis Sigma

En la actualidad existen diversas metodologías de mejoras entre las que se encuentra Seis Sigma que propone aplicar un método de investigación para los procesos que agregan valor para el cliente y desarrollar acciones o proyectos que permitan elevar la satisfacción de este, utilizando para ello métodos estadísticos que garantizan fundamentar las decisiones basadas en datos (Gutiérrez y de la Vara, 2008), convirtiéndose así en una plataforma que permite mejorar la competitividad de las organizaciones (Porter, 2002). Para ello, propone desarrollar 5 etapas (DMAIC):

- Definir.
- Medir
- Analizar
- Mejorar (Improve en inglés).
- Controlar.

En la Ilustración 21 se muestra cada una de estas fases, sus objetivos y herramientas más utilizadas.

Etapas	Objetivos	Herramientas
Definir	Identificar aspectos claves de la organización, definir clientes, sus requisitos y los procesos claves que pueden afectar a los clientes, es decir identificar posibles proyectos de mejora.	Diagrama Pareto, diagrama de flujo de proceso, histograma, oz del cliente, lluvia de ideas, árbol crítico de la calidad, entre otras.
Medir	Identificar las causas claves del problema para la recogida de datos en el proceso objeto de estudio.	Diagrama entrada-proceso-salida, análisis de capacidad de proceso, gráfico Pareto, gráficos de control.
Analizar	Analizar los datos (procesarlos) recogidos, para determinar cuáles son las causas del mal funcionamiento de los procesos.	Diagrama de causa efecto, matriz de relación, correlación y regresión, análisis de varianza, muestreo.
Mejorar	Generar posibles soluciones al problema detectado e implementar las más convenientes.	Técnicas analíticas, pruebas piloto
Controlar	Establecer un plan de controles que garanticen que la mejora alcanzará el nivel deseado.	Planes de control, gráficos de control, capacidad de proceso.

Ilustración 21. *Etapas de la Metodología DMAIC*

En la fase de Definición se obtiene la jerarquización de los posibles proyectos de mejora de la organización. Para ello se utiliza el modelo de diagnóstico propuesto por Garza et al. (2012). Se propone el uso de la simulación con el objetivo de detectar las insuficiencias de los procesos actuales, utilizándose la toma de decisiones multiatributo para obtener la jerarquización de los problemas detectados.

La fase Medir se utiliza para determinar los indicadores de calidad que permitan conocer el comportamiento de los procesos, las variables que afectan el desempeño de la organización, determinar la información necesaria, así como las herramientas para la recogida de datos y su procesamiento.

En la fase Analizar con la información recopilada, se determinan las causas principales que afectan el funcionamiento del sistema con vistas a su posible erradicación. Las principales herramientas que se proponen en esta fase son: estadísticas como correlación, análisis de varianza y técnicas de regresión entre otras. Para un resumen de estas causas se utiliza el diagrama de causa efecto o la matriz de relación.

En la cuarta fase Mejorar, se generan las posibles alternativas de solución para la mejora de procesos, utilizando la simulación. Posteriormente, se utilizan las técnicas de toma de

decisiones multiatributo para ordenar estas alternativas considerando el conjunto de criterios emitidos por los expertos y seleccionando la mejor.

Ya en la fase final Controlar, se establecen las variables e indicadores que deben ser controlados para garantizar un funcionamiento eficiente de los procesos y la satisfacción de los clientes. Se establece el plan de acciones que deben ser tomadas para la mejora continua de los procesos. La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos de tiempo (Ríos y Ríos, 2008). La simulación, como herramienta para la toma de decisiones, posibilita a la organización, a través de asistentes informáticos que agilizan su explotación, estudiar los distintos parámetros que caracterizan sus procesos; permitiendo analizar diferentes escenarios sin necesidad de modificar las condiciones existentes en la realidad; lo que viabiliza los procesos de cambios en las organizaciones, optimiza el tiempo y minimiza el consumo de recursos económicos en el proceso de implementación de mejoras (Guasch et al., 2003). La simulación se utiliza para analizar el comportamiento de la situación actual en la fase Definir y para generar diferentes alternativas de mejora en la fase Mejorar.

Los métodos de toma de decisiones multicriteriales se aplican para resolver diferentes problemas en presencia de múltiples criterios, logrando incorporar las preferencias de uno o varios expertos involucrados en el proceso de decisión. Este tipo de problemas se presenta dentro de la metodología en la fase Definir, en la fase de Mejorar y además en la selección de las personas que van a integrar el equipo de proyecto.

Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., & Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35.

Casos de investigación: alto vacío

1. Para preservar un mayor tiempo la vida útil de los alimentos en general, especialmente carnes, pescados y otros alimentos, se usa el envasado al vacío, el cual consiste en la eliminación casi total del aire dentro del envase, sin que sea remplazado por otro gas. La mayor parte del oxígeno alrededor de los alimentos se elimina, y el paquete se sella casi herméticamente. Este sistema previene la recontaminación de los alimentos y la fuga de componentes de los alimentos, incluyendo las pérdidas por evaporación de sustancias volátiles de sabor y la humedad. Brindando una barrera protectora contra la humedad, la luz y cierto grado de aislamiento térmico. (Bravo, 2016) Por lo cual para la preservación de la trucha arcoíris utilizaremos el envasado al alto vacío, es una técnica que consiste en retirar el aire y otros gases contenidos en un empaque, ya sea un blíster o una bolsa, con el objetivo de conservar y preservar por mayor tiempo los alimentos, así como darle un mayor tiempo de vida. Al retirar el aire/oxígeno del entorno del alimento, los microorganismos retardan su desarrollo y descomposición, por lo tanto, el producto se conserva mayor tiempo en condiciones óptimas para el consumo humano.

DIONICIO MENDOZA, J. B. EMPAQUETADO AL ALTO VACÍO DE TRUCHA ARCOÍRIS PARA COMERCIALIZACION EN EL MERCADO INTERNO, ESTADO DE MÉXICO 2019.

2. CARNE SALMUERA CORTES INYECCIÓN

El objetivo de este trabajo fue reducir la merma en el proceso de inyección de la carne de res empacada al vacío. Se evaluaron todas las etapas del proceso con sus condiciones y se buscó mejorar la capacidad de retención de agua en dos cortes específicos (pulpa blanca y lomo de asado). Se determinó que el proceso debía incluir una etapa de masajeado al vacío a la carne inyectada como complemento mediante la adición de un equipo que realice este proceso. El equipo masajeador permitió reducir la merma actual de 10% a un 2%.

Pozo Pozo, J. F., & Benites Vera, H. J. (2018). *Mejora del proceso de marinado de carne de res empacada al vacío* (Bachelor's thesis, Espol).

3. Este presente proyecto va dirigido a la producción y comercialización de “Huevos de codorniz pre cocidos, pelados y sellados al vacío”, En la primera etapa del proyecto se detalla la selección y compra de las codornices japónicas ya que ésta es la especie ideal en postura para nuestro proyecto ya que de estas aves saldrá el huevo que luego de pasar por un proceso se convertirá en nuestro producto terminado listo para la comercialización. En la siguiente etapa se detalla el cuidado y la alimentación específicamente seleccionada para aves ponedoras ofreciendo todo lo necesario para su óptimo desarrollo y postura. Tener el mayor cuidado en la recolección y almacenaje de los huevos será una de las mayores prioridades ya que de este cuidado depende que los huevos no se dañen y sean utilizados correctamente para nuestro proyecto (los huevos se mantendrán en refrigeración). En la última etapa tenemos el proceso de producción empezando con el lavado de los huevos con una solución de agua con cloro al 1% suficiente para desinfectarlos, la misma que es necesario para evitar la mezcla de bacterias en el agua destinada para el proceso de cocción, que será controlado con cronómetro que nos ayudan a controlar el tiempo más adecuado (5 – 8 min) para la cocción, y se recoge en tamices para luego cernirlos para evitar el exceso de agua y posible daño de máquina peladora, para el proceso de pelado, se ha alquilado una máquina peladora de huevos debido a que los costos de la máquina que son muy elevados. Continuando con el proceso tenemos el proceso de sellado al vacío, en las que utilizaremos fundas plásticas resistentes y transparentes apropiadas para este tipo de producto, la misma que ya viene con la etiqueta del producto pegada previamente diseñada. Las fundas con 24 huevos previamente pre cocidos y pelados serán llenadas en estas fundas para luego ser selladas con una máquina selladora al vacío Old River adquirida por la empresa, para que de esta manera finalmente el producto esté listo para su respectiva comercialización y posterior venta. Los principales lugares donde se distribuirá el producto serán los Comisariatos, Megamaxi y Supermaxi, que son los lugares donde frecuentemente acuden las personas del estatus social medio alto y alto, que es a quienes va dirigido este producto.

Paillacho Vargas, C. L., & Mora Barba, E. R. (2010). *Huevos de codorniz precocidos, pelados y sellados al vacío* (Bachelor's thesis, ESPOL. EDCOM.).

4. Procesado de corteza de naranja, utilizando impregnación a vacío y deshidratación osmótica con jarabes concentrados La corteza de naranja posee numerosas aplicaciones como producto en la industria de alimentos (mermeladas, productos de repostería, helados, etc.), y de otro lado también hace su aporte a la industria de los cítricos. Actualmente se ha venido aplicando la deshidratación osmótica y la impregnación a vacío, con distintos jarabes comerciales para su estabilización y aprovechamiento como producto procesado.

Pareja Pareja, A. E. (2004). Deshidratación osmotica del melón (cucumis melo) con pulso de vacío.

5. Deshidratación osmótica por pulso de vacío de la fresa y conservación mínimamente procesada Un estudio de la deshidratación osmótica de las fresas (*Fragaria ananassa*, variedad Chadler), se realizó en una solución de sacarosa de 65 °Brix durante cuatro horas a una temperatura de 30 °C, a presiones atmosféricas y 50 mbars (pulso de cinco minutos). Se determinaron la actividad del agua, sólidos solubles, humedad, color, textura, actividad enzimática, desarrollo microbiano, evolución de aromas y evolución de azúcares. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento en que se aplicó un escaldado con vapor durante 30 segundos y deshidratación osmótica con un pulso de vacío proporcionó una actividad del agua menor al 0.963 y un contenido mayor de sólidos solubles de 22.2 °Brix.

Pareja Pareja, A. E. (2004). Deshidratación osmotica del melón (cucumis melo) con pulso de vacío.

6. La presente investigación se ha realizado con el propósito efectuar un estudio de factibilidad para la creación de una empresa procesadora y comercializadora de fresas deshidratadas empacadas al vacío, en la ciudad de Ibarra, para se realizo

es el análisis de los diferentes aspectos que intervienen en esta investigación. Primeramente, se realizó un diagnóstico técnico situacional, del sector agrícola en

el Cantón Ibarra, luego se procedió a desarrollar el estudio de mercado en el que se analizaron las condiciones en las que se encuentra la producción y comercialización de fresas deshidratadas en el sector, así mismo las condiciones de la demanda y oferta de los productos similares, las condiciones para fijar el precio de venta, así como también permitió determinar la demanda a satisfacer. Conocidos los resultados y siendo estos positivos se procedió a la fijación de la macro y micro localización, su tamaño, la ingeniería del proyecto, para lo cual se fijó un presupuesto de la inversión requerida. Consecuentemente se realizaron y evaluaron los ingresos proyectados, mediante un análisis financiero que nos llevó a determinar el valor neto positivo, la tasa interna de retorno, el costo beneficio buscando obtener la mayor rentabilidad, esto nos permitió determinar la factibilidad del proyecto. Obtenidos estos resultados se desarrolló la organización administrativa mediante un organigrama funcional, se detalló las funciones de cada uno de los colaboradores de la empresa. Finalmente se determinó los impactos sociales, económicos, ecológicos, ambientales y empresariales. Una vez establecida toda esta estructura se justifica la necesidad de emprender el presente proyecto y la conveniencia de la inversión.

Sánchez Oviedo, E. A. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de yuca pelada, tajada y empacada al vacío en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.

7. Vida útil de cortes envasados al vacío

La vida útil de los alimentos, tal como los cortes vacunos frescos, puede definirse como el tiempo máximo en el que los mismos mantienen sus cualidades nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de seguridad alimentaria por encima de un nivel considerado como aceptable por los consumidores. En la actualidad existe una tendencia creciente por los consumidores de preferir aquellos alimentos percibidos como frescos y de los productores hacia una centralización de la distribución. Ambas tendencias implican que las estrategias para extender la vida útil deben ser efectivas en el ámbito de la producción mayorista manteniendo un producto con un aspecto lo más cercano al ideal de frescura.

Nova, M., & Pamela, J. (2013). Estudio de la microflora bacteriana y cambios fisicoquímicos en carne bovina envasada al vacío y almacenada en frío.

8. Se determinan los coeficientes de difusión efectivos y los coeficientes de transferencia de masa para la humedad perdida y para los sólidos ganados en el proceso de deshidratación osmótica de higos (*ficus carica*), a tres concentraciones de sacarosa en solución (55, 65 y 75%) y dos temperaturas (35 y 45 °C), bajo vacío constante (aprox. 40 kPa). Se consideró una geometría esférica y estado inestable, así como una cinética de primer orden. Los coeficientes de difusión y de transferencia de materia para agua incrementaron con la temperatura y los valores mayores se obtuvieron para una concentración de 65% de azúcar y 35°C. La concentración de la solución osmótica y la temperatura influyen considerablemente durante el proceso debido a que un aumento de esta última intensifica la eliminación de agua y la penetración de sacarosa. Además, el vacío contribuye a la apertura de la estructura del higo, disminuyendo el tiempo de proceso.

Arreola, S. I., & Rosas, M. E. (2007). Aplicación de vacío en la deshidratación osmótica de higos (*ficus carica*). *Información tecnológica*, 18(2), 43-48.

9. Proceso de liofilización para verdura.

El presente trabajo monográfico consiste en el proceso de liofilización de verduras, basado en una serie de recopilación de datos en el cual explicaremos detalladamente paso a paso este proceso, la liofilización es la reducción del contenido de agua de los alimentos mediante congelación y sublimación de aquella. Se elimina el agua de un alimento congelado aplicando sistemas de vacío.

Jiménez Huamán, K. A. (2019). Proceso de liofilización para verduras.

10. Las Brochetas de pescados empacadas al vacío, se convierten en un producto innovador, fresco y nutritivo, contando con una tabla nutricional muy completa y benéfica como complemento alimenticio. También, este producto cuenta con un empaque al vacío el cual conserva y brinda mayor durabilidad al producto, contando así con fechas de vencimiento más prolongadas; al estar preparada

en brochetas esto permite un mejor y más ágil manejo, brindando comodidad y agilidad en el momento de su preparación.

ARCILA GÓMEZ, L. F. (2017). Brochetas de pescado empacadas al vacío.

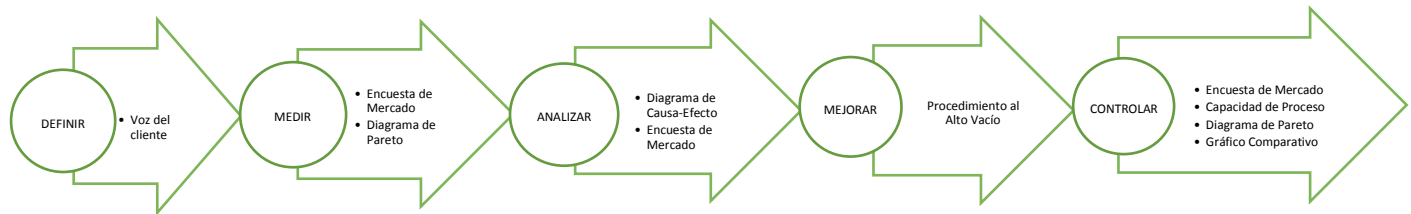
Gráfico de capacidad

Un análisis de capacidad también puede indicar si el proceso está centrado y si se encuentra en el objetivo. Además, estima la proporción de productos que no cumple con las especificaciones.

En Minitab, un estudio de capacidad también puede incluir análisis adicionales para verificar los supuestos:

- Gráficas de probabilidad y pruebas de bondad de ajuste, para evaluar la distribución de los datos.
- Gráficas de control, para evaluar si el proceso está bajo control.
(minitab, 2023).

CAPÍTULO 4: DESARROLLO



11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

De acuerdo a la investigación realizada sobre el alto vacío en las tortillas y tomando como base la mejora continua, priorizando en la caducidad del producto se ha optado por llevar a cabo la metodología DMAIC, que conlleva las diferentes etapas como Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, las cuales se representan de la siguiente manera:

1. La problemática que se ha tenido en la tortillería Tortillas de Nixtamal sobre la caducidad del producto, al desear alargar su vida útil, ha llevado a la necesidad de buscar una alternativa de solución para la conserva sin perder sus propiedades de calidad, es por ello que aplicamos una herramienta para Definir y Medir dicha problemática, Diagrama Pareto, donde se está precisando las características principales requeridas por el cliente, mismas que fueron tomadas de la encuesta realizada a 95 clientes, como se muestran en la tabla 1, determinando los datos a analizar, como se muestran en la tabla.

Tabla 1. Encuesta de Mercado. Características de Preferencia

ENCUESTA DE MERCADO	
CUESTIONARIO DE SATISFACCION AL CLIENTE	
1. Enumera las características de acuerdo a su importancia para ti. Comenzando por 1 la más importante y terminando con 4 la menos importante.	a) Flexibilidad () b) Sabor () c) Textura Suave () d) Caducidad ()

3. ¿Cuántos días dura tu producto en refrigeración?	a) 2 días b) 5 días c) 10 días d) 13 días
4. Si hubiera tortillas que conservaran por más tiempo las características que son importantes para ti. ¿Las adquirirías?	a) Si b) No
5. En una escala del 5 al 10 ¿Qué puntaje le das a la calidad del producto?, siendo 5 la ponderación más baja y 10 la más alta.	a) 5 b) 6 c) 7 d) 8 e) 9 f) 10

Tabla 2. Orden de características de Acuerdo a Preferencia

Características	Muestras ordenadas de acuerdo a su importancia según el valor del cliente (1=Mayor valor, 4= Menor valor)			
	1	2	3	4
Caducidad	✓			
Textura		✓		
Blandura			✓	
Sabor				✓

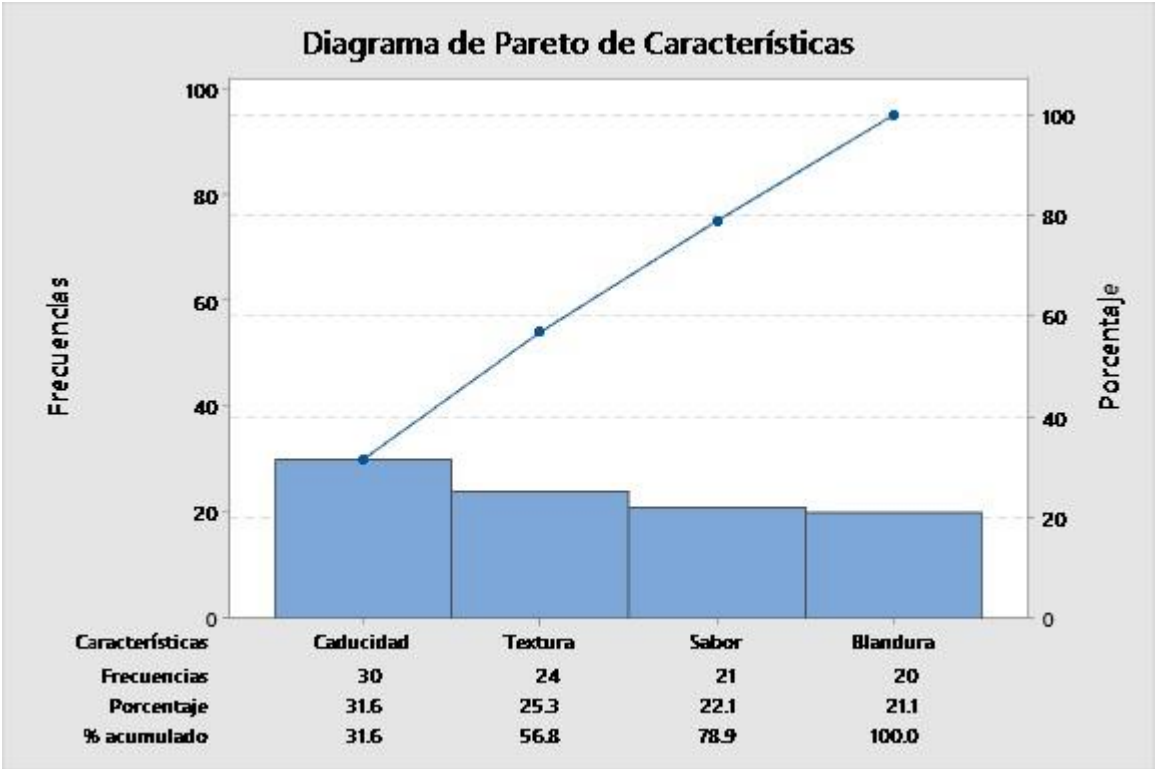
Se tomó como dato de análisis las características de las tortillas y su frecuencia, como lo muestra la tabla 3, dado que es lo más que nos interesa preservar en la conserva al llevar a cabo el alto vacío en las tortillas.

Tabla 3. Características con el Valor de Frecuencia

Características	Frecuencias	Porcentaje	Porcentaje acum.
Caducidad	30	31.6	31.6
Blandura	20	21.1	52.7
Textura	24	25.3	78
Sabor	21	22.0	100%

Diagrama de Pareto

Para ello se realizó un diagrama de Pareto, el cual se muestra en la ilustración 21.



Ilustración

22. Diagrama de Pareto. Características Analizadas en la Calidad del Producto.

2. El anterior diagrama nos muestra que de acuerdo a las características la caducidad es el aspecto más importante y de mayor ponderación para el cliente, posterior a ello la textura, luego el sabor y por último la blandura, puesto que de la caducidad dependen en gran medida las demás, analizaremos como preservarla por más tiempo y siendo posible alargarse, como se encontrarían las demás características en torno a ello, el anterior diagrama nos muestra los porcentajes absolutos y acumulado, así como el valor de las características de acuerdo a su valor frecuencial.

3. Posteriormente se realizó un diagrama de causa y efecto, en el cual se demuestra las causas y subcausas de los puntos clave para extender la caducidad del producto y como es que sus raíces se encuentran dentro del proceso, donde al llevar a cabo la etapa Analizar de la metodología DMAIC, podemos observar más a fondo las raíces de la problemática. Como se muestra a continuación en la ilustración 22.

Diagrama de Ishikawa

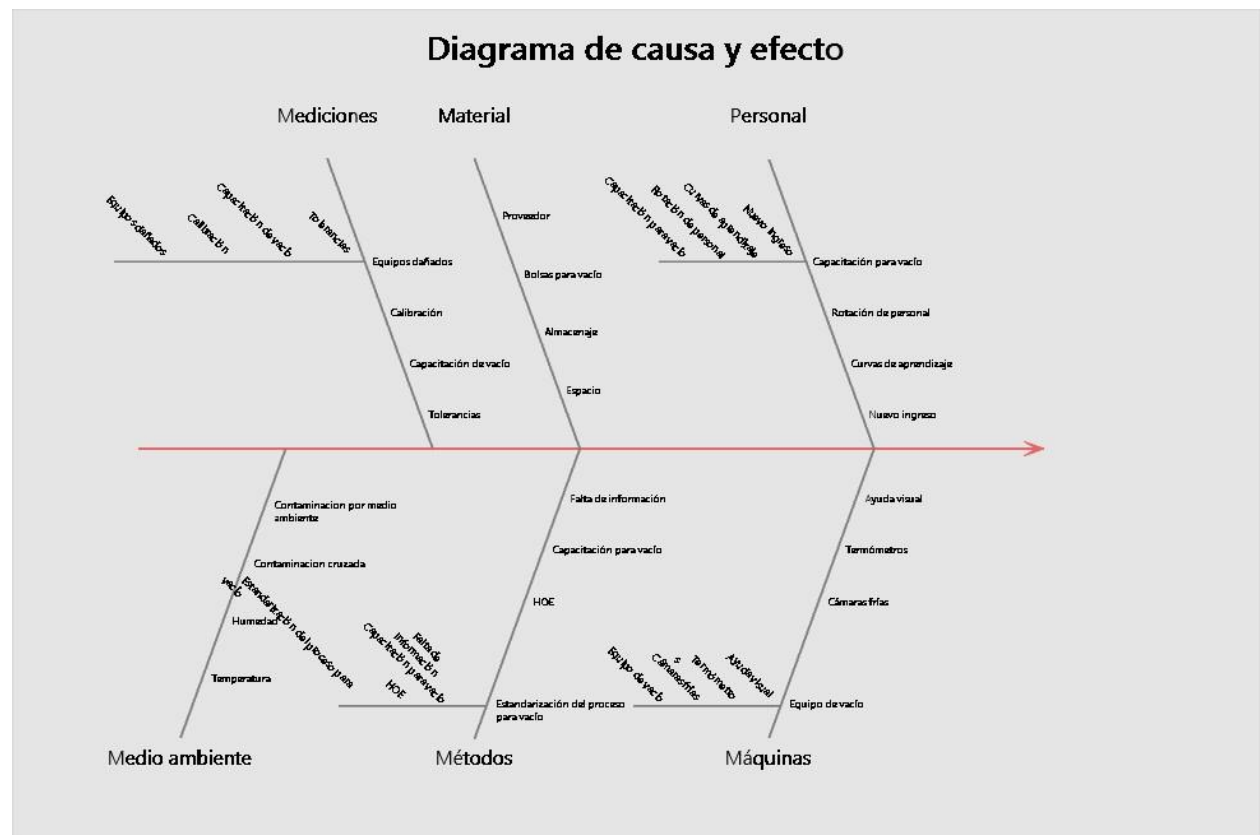


Ilustración 23. Diagrama de Causa y Efecto. Muestra las Posibles Causas de Porque no se Desarrolla el Alto Vacío

En el anterior diagrama podemos darnos cuenta que al aplicar las 6 M llegamos a la raíz de porque no se ha generado antes ni llevado a cabo un mejoramiento en el proceso para el empaque de alto vacío, puesto que el diagrama nos muestra los diferentes aspectos como: falta de equipo para el vacío, capacitación del personal, el empaque no es el mismo que el que se utiliza al alto vacío, la rotación del personal, los procedimientos entre otros.

4. En la etapa correspondiente a Mejorar se realizó una prueba piloto del empaque de tortillas, describiéndose la Materia Prima en la tabla 4, mientras que en la tabla 5 se muestra el equipo utilizado y en la tabla 6 el procedimiento que se llevó a cabo:

Tabla 4. M. P. Para el Alto Vacío

Materia Prima	
	Cantidad/Ud. de Medida

1. Tortillas	1 kilogramo
2. Bolsa de nylon y polietileno.	Una de 10 x 10"

Tabla 5. Equipo para el Alto Vacío

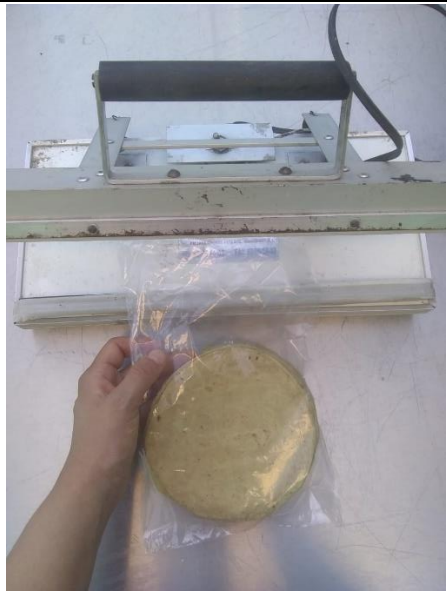
Equipo	
1. Accesorio implementado por una aspiradora para extracción de aire.	Un instrumento completo

Tabla 6. Procedimiento para el Alto Vacío

Procedimiento
1. Meter producto en bolsa, cuidando que esté en el centro de ésta. 2. Colocar selladora en la bolsa dejando una apertura de 0.5 cm en el extremo derecho de ésta. 3. Colocar la punta de instrumento en la apertura sosteniendo con los dedos. 5. Esperar a que se genere el vaciado de aire de 45 segundos. 6. Mover la selladora hacia el extremo abierto y sellar empujando ligeramente la punta hacia afuera al tiempo que se va sellando instantáneamente después de transcurrido el tiempo de extracción de aire. 7. Sacar lo más rápido posible la punta del instrumento, permitiendo el total sellado de la bolsa.

Tabla 7. Representación con Fotografías del Procedimiento Realizado

Representación gráfica	
1. Colocación de tortillas en la bolsa	

	
2. Sellado de bolsa	
3. Producto final	



Como se puede observar en la tabla 7 se muestra cual es el proceso de alto vacío que se puede implementar en la tortillería Tortillas de Nixtamal, para el empackado de tortillas al alto vacío, el cual se ha descrito como una metodología muy simple y fácil de llevar a cabo, aunque podría ser de manera manual, buscando una mejora continua, podría convertirse a un procedimiento automatizado, sin embargo por lo determinado por la tortillería es un procedimiento manual lo que ellos consideran apto por el momento.

5. Por último, la etapa de Controlar, para la cual se ha realizado un gráfico de capacidad del proceso, ilustración 23, donde se analiza a través de la variable “tiempo de caducidad del producto”, después de haber implementado el empackado al alto vacío en un kilogramo de tortillas, con el fin de controlar los requerimientos solicitados al extender la caducidad, para demostrar lo anterior se muestra también en la siguiente tabla 8, la representación de los eventos realizados y algunos de sus tiempos de duración obtenidos como la prolongación de vida del producto.

Tabla 8. Representación de Eventos. Tiempos de Duración

Número de Eventos			
A	B	C	D
6	9	5	7
8	5	3	8
5	4	9	2
4	7	8	5

Tiempo de Duración			
A	B	C	D
26.991188	27.0123672	26.9954338	27.0151531
27.0131228	26.9933173	27.0058177	26.9948924
26.9820554	27.001366	26.9909473	27.0121183
27.0030052	27.0066062	27.0096402	27.0234569

Diagrama de capacidad del proceso

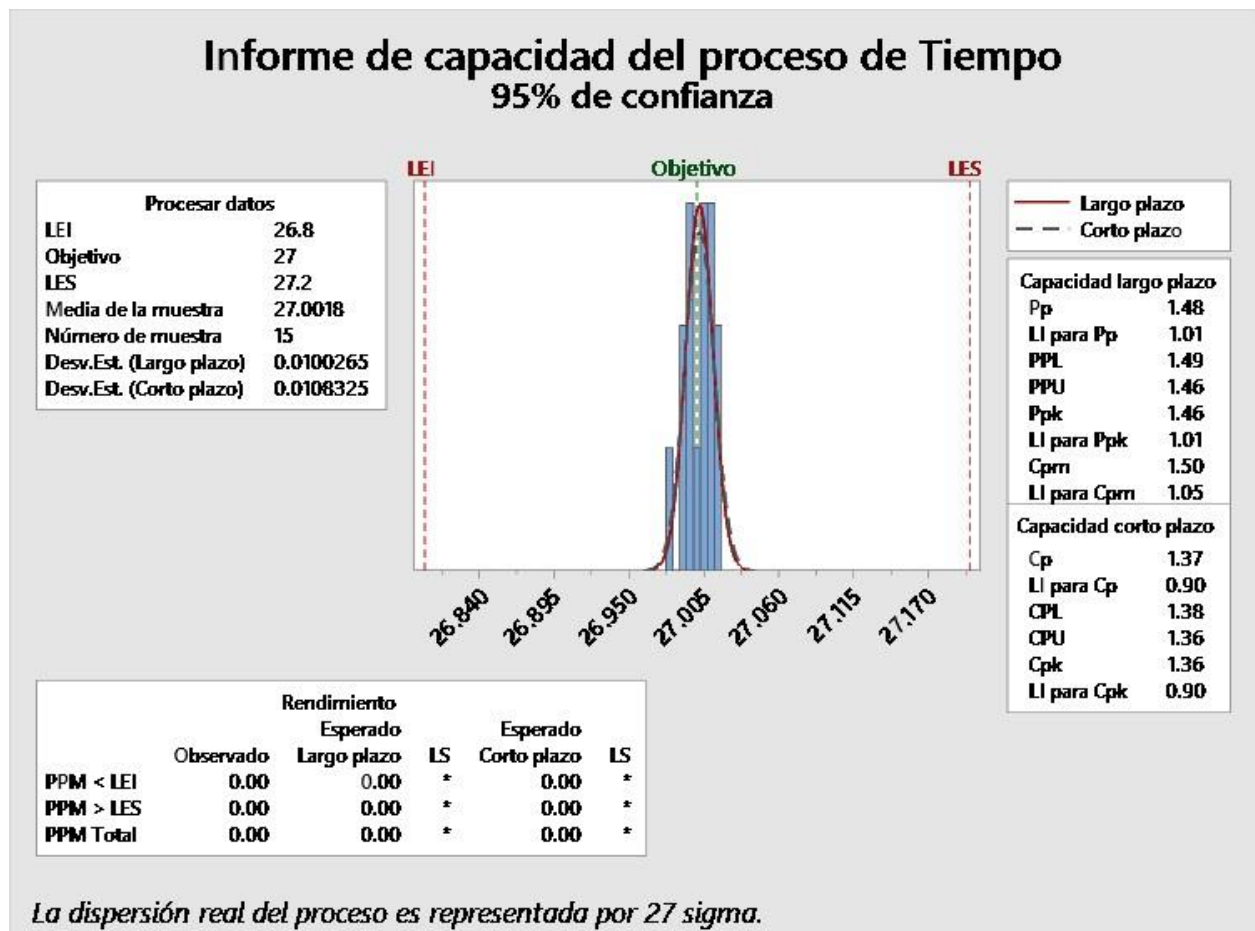


Ilustración 24. Análisis de la Capacidad Considerando el Tiempo como Variable

En la ilustración anterior podemos determinar que el proceso es capaz ($Cpk=1,36$) y, por lo tanto, cumple con las especificaciones establecidas por los clientes en la duración del producto en refrigeración y el tiempo medio de vida útil que se establece en 27 días. La variabilidad inherente del proceso no excede el rango de especificaciones, lo que implica

que no es necesario realizar modificaciones en el proceso, sin embargo, aplicando la metodología DMAIC nos lleva a darnos cuenta que es una mejora continua dentro de los procesos de la empresa buscando la mejor calidad del producto.

Los índices de capacidad indican que el proceso está aproximadamente centrado en el objetivo y que las mediciones están dentro de los límites de especificación. Los índices de capacidad Cpk, Ppk y Cpm son mayores que 1.33, que es un valor mínimo generalmente aceptado para un proceso capaz. Por lo tanto, se puede concluir que el proceso de caducidad en la tortilla empaquetada al alto vacío cumple con los requisitos del cliente en cuanto a la durabilidad en tiempo en refrigeración en la conserva de propiedades óptimas para el consumo humano. Como plan de mejora se ha considerado la voz del cliente, donde se ha replanteado la encuesta, pero ahora haciendo referencia al empaquetado del producto al vacío y a las mismas personas que con anterioridad ya consumieron tortillas con un empaque normal, se ha hecho énfasis en decirles que sigan las indicaciones correspondientes de tiempo en refrigeración.

En la tabla 9 se muestra la encuesta de mercado aplicada para evaluar el alto vacío en la medición de las características de conserva en un kg. de tortillas.

Tabla 9. Encuesta de Mercado. Alto Vacío

ENCUESTA DE MERCADO		
CUESTIONARIO DE SATISFACCION AL CLIENTE		TÉCNICA APLICADA: ALTO VACÍO
1. ¿Comprarías tortillas al alto vacío?		a) Si b) No
2. ¿abriste tu kilogramo de tortillas después de los 27 días de estar almacenado en refrigeración?		a) Si b) No

3. ¿En qué porcentaje consideras la caducidad y conservación de las características después de 27 días de estar almacenado?	a) 100 % b) 95 % c) 85 % d) 75 % e) 65% f) Menos de 65%
a) Flexibilidad	
b) Sabor	a) 100 % b) 95 % c) 85 % d) 75 % e) 65% f) Menos de 65%
c) Textura Suave	a) 100 % b) 95 % c) 85 % d) 75 % e) 65% f) Menos de 65%
d) Caducidad	a) 100 % b) 95 % c) 85 % d) 75 % e) 65% f) Menos de 65%
4. Si pudieras elegir entre un kg. De tortillas al alto vacío y uno en envoltura común. ¿Cuál elegirías?	a) Al alto vacío b) Envoltura común
5. En una escala del 5 al 10 ¿Qué puntaje le das a la calidad del producto?, siendo 5 la ponderación más baja y 10 la más alta.	

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada al mismo grupo de clientes que se aplicó la anterior, donde se evaluaba las características del producto sin empaque al vacío, siendo que ahora se evalúa con el empackado al vacío, se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Características Evaluadas con el Alto Vacío

Características	Frecuencias	Porcentaje	Porcentaje acum.
Caducidad	100	31.6	31.6
Blandura	95	21.1	52.7
Textura	95	25.3	78
Sabor	95	22.0	100%

Cronograma de actividades

Tabla 11. Cronograma de Actividades Realizadas

Actividades por Quincena	Ene. -1ra	Ene. -2da	Feb. 1ra	Feb. -2da	Mar. - 1ra	Mar. -2da	Abr.- 1ra	Abr. - 2da	May. - 1ra	May. - 2da
Recabar información de la empresa (objetivos, misión, visión, cronograma, antigüedad).										
Justificar la mejora a realizar y definir el marco teórico.										
Determinar y analizar la metodología a utilizar.										
Aplicar las encuestas de mercado.										
Aplicar primer y segunda etapa de metodología utilizada.										
Aplicar tercera, cuarta y quinta etapa de metodología utilizada.										
Generación de resultados, conclusiones y estructuración del proyecto.										

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

De acuerdo a lo realizado en el presente proyecto ante la problemática de la caducidad de la tortilla, proceso que es normal dentro del producto alimentario, pero que se ha optado por extenderla, debido a que los clientes lo han reflejado ante la tortillería “Tortillas de Nixtamal”, se ha buscado las diferentes alternativas para lograrlo, donde se encontró que la más adecuada para ello es el empacado al alto vacío, por lo que se estudió qué sería lo más conveniente analizar en el producto, antes de llevarlo a la práctica para evaluar las necesidades del cliente en relación con las características del producto y lograr cumplirlas, mejorando la calidad del producto, para ello se aplicó la metodología DMAIC como método de análisis, control y mejora continua dentro del proceso de empacado, aplicando herramientas estadísticas como diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, y gráfico de capacidad, este último como evidencia y método de verificación para reflejar la durabilidad al haber aplicado el alto vacío a las tortillas, posterior a ello, se volvió a escuchar la voz del cliente mediante una encuesta aplicada al mismo grupo de personas que se hizo la encuesta inicial, sobre la durabilidad del producto en tiempo y, en la conserva de sus propiedades haciendo válida la alternativa aplicada, extendiendo la caducidad del producto hasta en un 200%, recalcando que es un 100% más de lo normal, particularidad que se buscaba lograr, por lo que corresponde que de 13.5 días de duración en su proceso natural de producto alimentario se prolongó hasta 27 días en empacado de vacío, conservando las características de flexibilidad, de sabor y textura en un 95% en las tortillas.

Los resultados del presente proyecto aportan a la tortillería la posible alternativa de llevar a cabo el método de fabricar sus tortillas al alto vacío, basada en métodos estadísticos, como evidencia en que sí cumple con mayor durabilidad de la tortilla, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente, propiciando mejor calidad para la tortillería. A continuación, se muestran los Diagramas de Pareto, como gráficos de representación de los resultados de aplicar o no el alto vacío en un kilogramo de tortillas.

En la ilustración 24 se muestran las características del producto en una representación del 100%, misma que se determinó por ser recién elaborado.

Diagrama de Pareto. Características

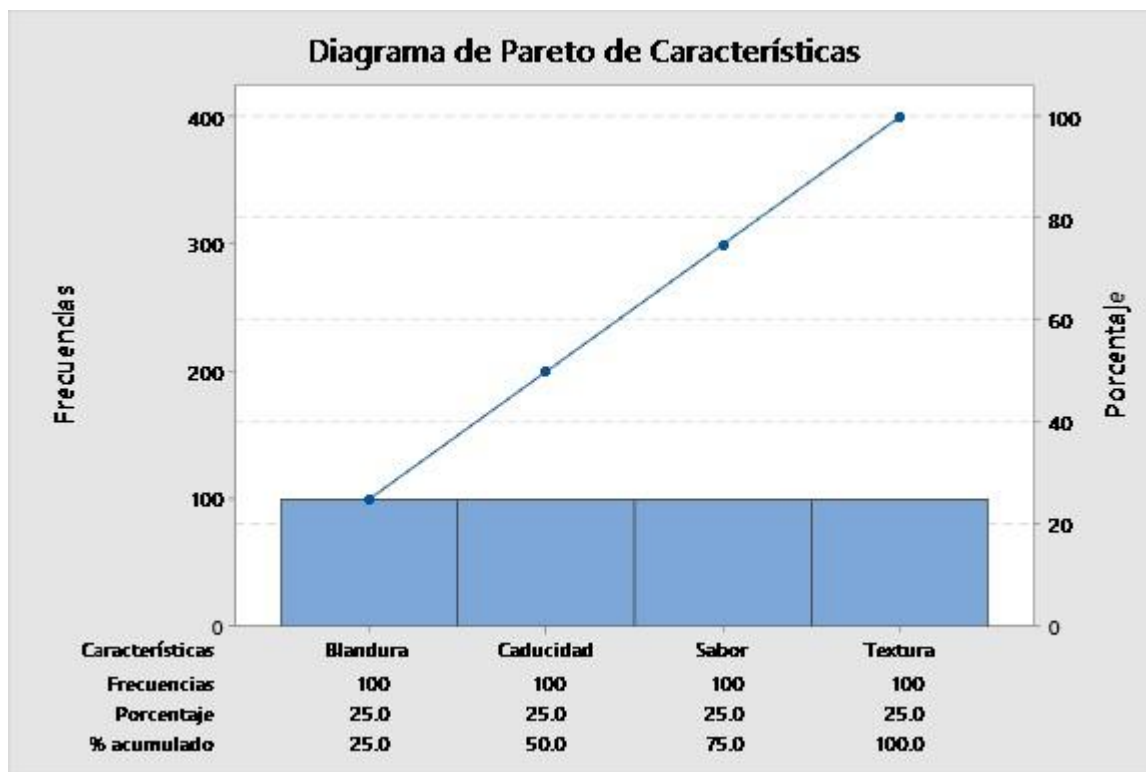


Ilustración 25. Diagrama de Pareto Representando el Valor de las Características al ser Recién Elaborado.

La ilustración 25 denota la frecuencia como valor representativo que el cliente le dio a cada una de las características al abrir un kilogramo de tortillas después de 27 días transcurridos en refrigeración aplicando el método de alto vacío. Datos tomados como resultado de haber aplicado la encuesta de mercado.

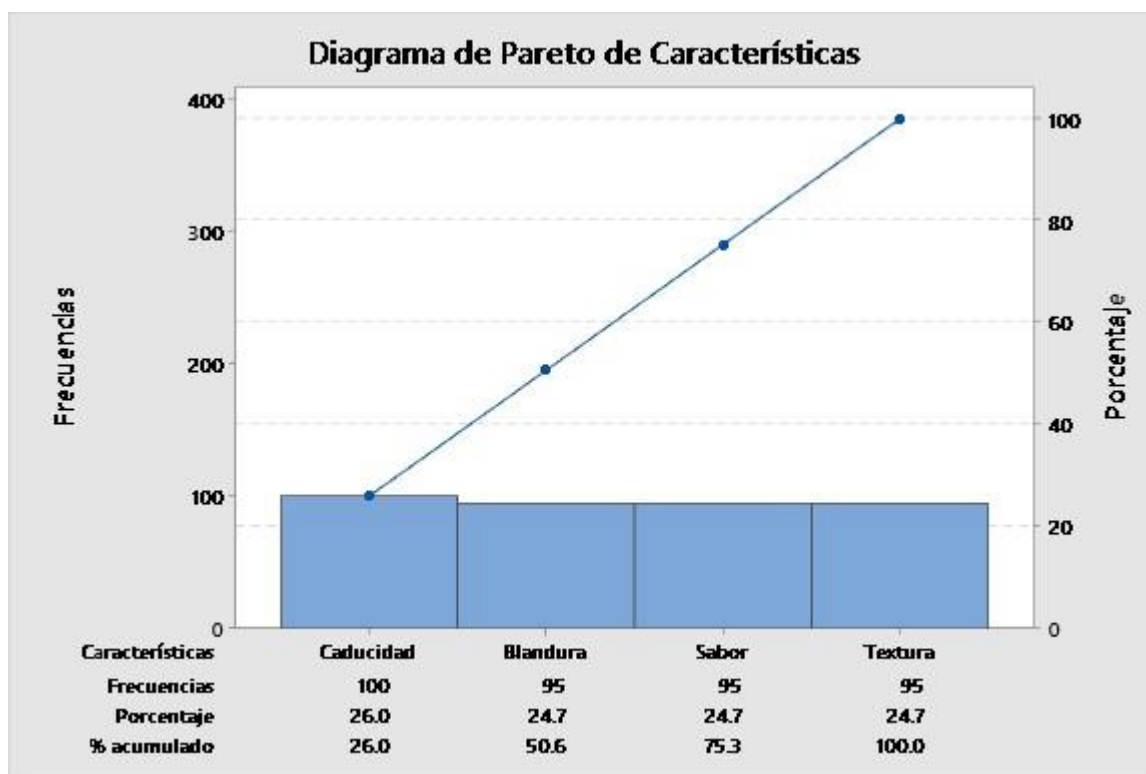


Ilustración 26. Diagrama de Pareto Representando el Valor de las características Después de 27 Días de Ser elaborado Aplicando el Alto Vacío

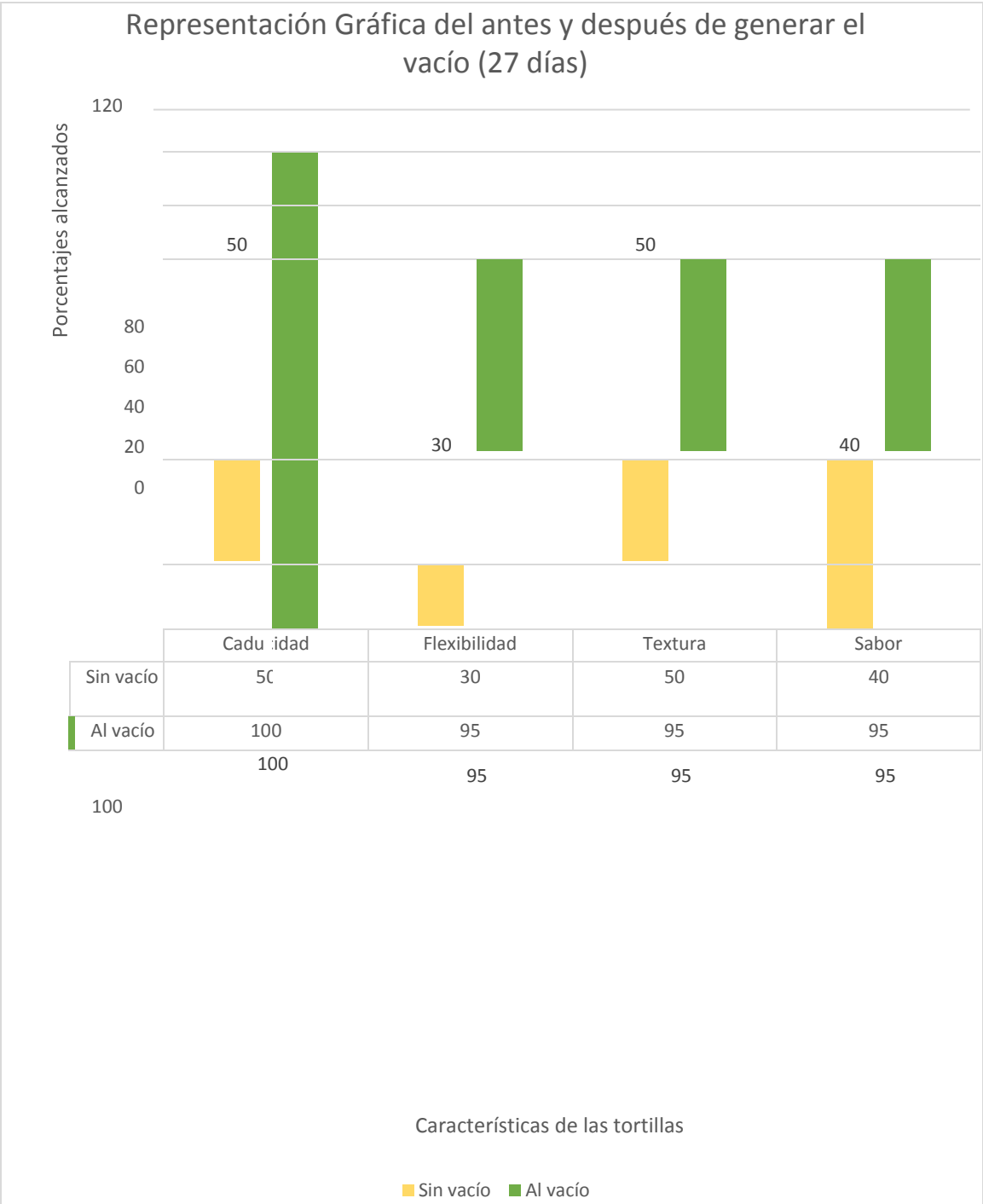
El segundo Diagrama de Pareto refleja en el eje de las X las características y su valor correspondiente a la frecuencia y en el eje de las Y representa dicha frecuencia como porcentaje de estas, evaluando que, al abrir un kilogramo de tortillas después de 27 días en refrigeración con el alto vacío se encuentra con dichos porcentajes de valor en las características, observando que bajaron muy poco sus porcentajes respecto a la calidad de un kilogramo de tortillas recién elaborado, representado el primer diagrama de arriba.

Comparando ambos diagramas representados con anterioridad observamos que la caducidad se mantiene estática en un 100%, sin diferencia; la textura bajo solo un 5%, encontrándose en un 95%; el sabor bajó un 5%, encontrándose en un 95% y; la blandura o flexibilidad en un 5%, quedando en un 95%. Para lo cual consideramos que los resultados fueron muy favorables, optando que sí es óptimo el procedimiento que se utilizó de alto vacío a las tortillas.

De acuerdo a lo anterior se presenta el siguiente gráfico, tabla 11, donde podemos observar como son los resultados de generar el alto vacío en las tortillas y como afecta de manera favorable en las características del producto, tal es el caso contrario que nos

indica como se encuentran las características del producto cuando no se aplica el alto vacío, después de los 27 días en refrigeración.

Tabla 12. *Gráfico Comparativo del antes y después del Vacío*
Representación Gráfica del antes y después de generar el vacío (27 días)



CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

12. Conclusiones del Proyecto

La búsqueda de la satisfacción para el cliente siempre debe ser la prioridad; para concluir el presente proyecto podemos partir del planteamiento inicial, la voz del cliente, quien reflejó un interés y necesidad de transportar tortillas de lugar a otro, tanto como de almacenarlas por más días, teniendo como objeción la variable tiempo, lo cual se comenzó a analizar en la tortillería, considerándose como un área de oportunidad y de mejora, partiendo de este indicio, se optó por analizar las características del producto, las cuales son el punto clave de mejora en la calidad del producto y para la prolongación de su vida útil, que tenga flexibilidad, que al calentarse tenga la humedad correspondiente, que su sabor sea característico al maíz, que su textura sea la deseada, lo que concretó que deben ser las mismas después del tiempo que se pretende almacenar, considerando estos puntos se determinó que la alternativa para ello es elaborar tortillas alto vacío, donde se busca la conserva de hasta el doble de tiempo de lo normal, preservando las características ya mencionadas sin perder calidad. Posteriormente se buscó las posibles soluciones ante ello, donde se desarrolló la técnica propicia para llevar a cabo el alto vacío, se utilizó un accesorio complementado por una aspiradora para extraer aire de cavidades pequeñas, accesorio con el que ya se contaba en la tortillería, sin embargo no está empleándose, generando el alto vacío, usando este método a modo de prueba, se observó que dio un resultado positivo al ofrecerlo a un grupo de clientes, a los cuales posteriormente se les aplicó una encuesta pertinente a la variabilidad en el tiempo de duración respecto al producto que está con vaciado de aire y el que no lleva alto vacío, donde se hizo de nuevo atención a la voz del cliente y la respuesta fue asertiva, teniendo como resultado el doble de tiempo en la de vida útil del producto, y por lo tanto prolongando su caducidad hasta por 27 días en refrigeración respecto a 13.5 días sin alto vacío, esto quiere decir que aumentó un 100% más, representando un 200% en conserva total del producto, y sus características de calidad son aptas para consumo humano, mismas que son las que el cliente busca, como frescura, flexibilidad y sabor.

Todo ello se logró haciendo uso de la metodología DMAIC, desarrollando cada una de las etapas pertinentes por medio de gráficos de control para analizar las características y en búsqueda de extender el tiempo de caducidad al generar el alto vacío en el producto.

Sin embargo, el presente proyecto realizó como aportación a la tortillería la alternativa de generar el alto vacío por medio del accesorio manual ya descrito, se hace énfasis que hasta ahí llega el alcance y limitación del proyecto.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

13. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable.
2. Diseñé estructuras administrativas y procesos, con base en la necesidad de la tortillería Tortillas de Nixtamal para competir eficientemente.
3. Gestioné eficientemente los recursos en la tortillería con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
4. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad.
5. Diseñé estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la competitividad de las organizaciones.
6. Gestioné sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
7. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
8. Interpreté la información financiera para detectar oportunidades de mejora e inversión en un mundo global, que propicien la rentabilidad del negocio.
9. Utilicé las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.
10. Promoví el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
11. Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
12. Actué como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.
13. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de información

1. DIONICIO MENDOZA, J. B. EMPAQUETADO AL ALTO VACÍO DE TRUCHA ARCOÍRIS PARA COMERCIALIZACION EN EL MERCADO INTERNO, ESTADO DE MÉXICO 2019.
2. Lloré Moreno, E. P., & Tello Flores, W. P. (2010). *Diseño y construcción de una empacadora y selladora al vacío para humitas, con capacidad de 15 humitas por minuto* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2010).
3. Sánchez Carrera, D. C. (2015). *Elaboración de hamburguesas vegetarianas con diferentes productos naturales (avena, lenteja) empacadas al vacío. Riobamba 2013* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
4. Aguilera, D. J. (2020). Vida útil de producto marino tipo embutido almacenado en refrigera
5. ción, con la adición de un antimicrobiano natural.
6. Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., & Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35.
7. Quisirumbay Gaibor, D. S., & Bedoya Buenaño, I. R. (2007). *Diseño y construcción de una máquina semiautomática selladora de fundas plásticas con una capacidad de treinta sellos por minuto* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2007).
8. DIONICIO MENDOZA, J. B. EMPAQUETADO AL ALTO VACÍO DE TRUCHA ARCOÍRIS PARA COMERCIALIZACION EN EL MERCADO INTERNO, ESTADO DE MÉXICO 2019.
9. Pozo Pozo, J. F., & Benites Vera, H. J. (2018). *Mejora del proceso de marinado de carne de res empacada al vacío* (Bachelor's thesis, Espol).
10. Paillacho Vargas, C. L., & Mora Barba, E. R. (2010). *Huevos de codorniz precocidos, pelados y sellados al vacío* (Bachelor's thesis, ESPOL. EDCOM.).
11. Pareja Pareja, A. E. (2004). Deshidratación osmotica del melón (cucumis melo) con pulso de vacio.

12. Sánchez Oviedo, E. A. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de yuca pelada, tajada y empacada al vacío en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.
13. Nova, M., & Pamela, J. (2013). Estudio de la microflora bacteriana y cambios fisicoquímicos en carne bovina envasada al vacío y almacenada en frío.
14. Arreola, S. I., & Rosas, M. E. (2007). Aplicación de vacío en la deshidratación osmótica de higos (*ficus carica*). *Información tecnológica*, 18(2), 43-48.
15. Jiménez Huamán, K. A. (2019). Proceso de liofilización para verduras.
16. ARCILA GÓMEZ, L. F. (2017). Brochetas de pescado empacadas al vacío.