

UNIVERSIDAD EL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORIZANTES
ARTIFICIALES PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA
EN GUATEMALA.

Trabajo de graduación presentado por
José Manuel de León Morales
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Química

Guatemala
2007

DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORIZANTES
ARTIFICIALES PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA
EN GUATEMALA.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORIZANTES
ARTIFICIALES PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA
EN GUATEMALA.

Trabajo de investigación presentado por
José Manuel De León Morales para optar al
grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química

Guatemala


2007

Vo. Bo. Asesor:




Ing. Jorge Luis Muñoz

Terna examinadora:



Ing. Gamaliel Zambrano



Ing. Jorge Luis Muñoz



Ing. Alejandro Leonardo

Fecha Examen de graduación: 30 de Enero, 2008

ÍNDICE

Índice de tablas	viii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
A. Saborizantes líquidos	2
1. Saborizantes naturales	2
2. Saborizantes artificiales permitidos	2
3. Un solvente o acarreador	2
B. Definición de sabor	2
C. Clasificación de sabores	2
1. Materia prima que determina el carácter del producto	3
2. Saborizantes	3
3. Colorantes	3
4. Aditivos necesarios para alcanzar la estabilidad del producto	3
D. Sabores naturales	3
E. Naturaleza de componentes en sabores	4
F. Criterio para el uso de saborizantes	4
1. El producto alcanza el mismo sabor de aquel que fue añadido	4
2. Suplementa o fortifica un sabor existente	4
3. Modifica o cubre el sabores	4
G. Operaciones unitarias, como afectan al sabor	4
1. Tiempo y temperatura	4
2. Secuencia de mezcla	5
3. Sistema abierto o cerrado	5
4. Ph	5
5. Presión	5
H. Ventajas en el uso de sabores artificiales	5
I. Descripción de perfiles aromáticos	6
J. Solventes utilizados en saborizantes	6
1. Etanol	6
2. Propilenglicol	7
3. Otros	8
K. Sistema de limpieza (CIP)	8
L. Agitación de líquidos	9
1. Propósitos de la agitación	10
2. Tanques agitados	10
3. Impulsores	10
a. Hélice (propulsor)	10
M. Buenas Prácticas de Manufactura	11

1.	Poes	11
2.	Buenas Prácticas de Manufactura	12
	a. Materias primas	12
	b. Establecimientos	13
	c. Personal	15
	d. Higiene en la elaboración	15
	e. Control de procesos	16
	f. Documentación	17
III.	JUSTIFICACIÓN	18
IV.	OBJETIVOS	19
	A. General	19
	B. Específicos	19
V.	PROBLEMA A RESOLVER	20
VI.	METODOLOGÍA	21
	A. Diseño de la línea de producción	21
	B. Realización del diagrama de flujo	21
	C. Diseño de sistema de control de calidad	21
	D. Diseño del método de limpieza	21
	E. Selección de equipo	21
	F. Costos de materia prima	22
	G. Determinar costos de equipo, y utilitarios	22
	H. Determinar costos totales	22
	I. Análisis económico	22
VII.	RESULTADOS	23
	A. Diseño de la línea de producción	23
	B. Área para el desarrollo del diseño	24
	D. Flujo de proceso línea actual	25
	D. Flujo de proceso para diseño propuesto	26
	E. Procedimiento de producción	27
	F. Diagrama de flujo para el procedimiento de limpieza	28
	G. Procedimiento de limpieza	29
	H. Selección de equipo	30
	I. Cumplimiento con BPM	31
	J. Análisis Económico	32
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
IX.	CONCLUSIONES	39
X.	RECOMENDACIONES	40
XI.	BIBLIOGRAFÍA	41
XII.	APÉNDICE	42
	A. Cálculos	42
	B. Selección de equipo	44
	1. Agitador	44
	2. Tanque de almacenamiento	45

3. Bomba centrífuga	45
4. Tubería	46
5. Válvulas con actuador	46
6. Envasadora	47
7. Sistema de limpieza	47
8. PLC	48
9. Sensores de pH	48
10. Sensores de densidad	49
C. Costo de equipo	49
D. Descripción del flujo de caja	50
E. Flujo de caja	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Solventes utilizados en saborizantes alimenticios	8
Tabla No. 2 Resumen detallado del equipo requerido	30
Tabla No. 3 Análisis económico del proyecto	32
Tabla No. 4 Costo de equipo requerido para el proyecto	49
Tabla No. 5 Flujo de caja para el diseño propuesto	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales	23
Figura 2. Esquema del área para el montaje	24
Figura 3. Diagrama de operación para la línea actual	25
Figura 4. Diagrama de operación del diseño propuesto	26
Figura 5. Diagrama de flujo del procedimiento de limpieza	28
Figura 6. Agitador de hélice	44
Figura 7. Sistema de agitación para un tanque cerrado	44
Figura 8. Tanques de almacenamiento con agitador	45
Figura 9. Bomba centrífuga	45
Figura 10. Tubería de acero inoxidable	46
Figura 11. Válvulas de acero inoxidable con actuador	46
Figura 12. Envasadora automática	47
Figura 13. PLC	48
Figura 14. Sensor de pH	48
Figura 15. Sensor de densidad	49

RESUMEN

En este trabajo se realizó el diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales para aumentar la capacidad de producción de una línea actual en una empresa en Guatemala. Actualmente la línea de producción utiliza 7.5 horas para elaborar 300 kg producto final, mientras que con el diseño propuesto se obtienen 2000 kg en la misma cantidad de tiempo.

Debido a la baja capacidad de producción y al elevado tiempo de la línea actual de saborizantes artificiales, la empresa ha surgido con la necesidad de nivelarse ante la exigente demanda de sabores artificiales en Guatemala, obligándola así a aumentar su capacidad para mantenerse como una empresa competitiva.

Para llevar a cabo el diseño de la línea de producción se debe realizar una inversión inicial de Q.830,376.5. Para el análisis económico se realizó el estudio del comportamiento de costos en un período de 10 años, para determinar un tiempo de recuperación. Se observó en el flujo de caja que la inversión inicial se recupera en un tiempo de 1.68 años, con una tasa interna de retorno (TIR) de 79.08% justificando así la inversión en dicho proyecto.

Para realizar la producción de saborizantes artificiales se debe utilizar como guía las Buenas Prácticas de Manufactura, para proveer un producto de alta calidad al cliente y mantener a la empresa en un puesto competitivo dentro del mercado ofertante.

Como justificación del nuevo diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales se encuentra la integración de nuevas tecnologías a una empresa para actualizarla y posicionarla como productora nacional e internacional a nivel Centro americano de sabores artificiales.

ABSTRACT

In this project an artificial flavoring production line was designed to improve the production capacity of an actual production line of a Guatemalan enterprise. The actual production line, took 7.5 hours to produce 300 kilograms of final product, meanwhile with the new production line design, this capacity rises to 2000 kilograms in the same amount of time.

Because of the low production capacity and the elevated time spent during the production, the enterprise has emerged with the necessity to become leveled against the prompt demand in artificial flavoring in Guatemala, forcing it to raise its production capacity to keep their competitive status.

To make the design, an initial investment of Q. 830,476.5 has to be made. For the economic analysis, a time of 10 years was analyzed to observe the behavior of the investment, which concluded to be very profitable, because of the internal recuperation rate (IRR) of 79.08% justifying such investment in this project.

To complete the production line, one must base on good manufacturing procedures, to ensure that the product has been made with high standard quality that will satisfy the final consumer, this way the enterprise will maintain its competitive spot in the market.

To justify the new production line of artificial flavoring, besides the ones mentioned above, there is one that exceeds all, which is the integration of new technologies that will help position the enterprise as a national and international producer at a Central American level of artificial flavors.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la implementación de sabores artificiales en la industria alimenticia se han obtenido productos con mayor aceptación comercial. Esto se debe a que los alimentos fabricados con sabores artificiales tienen una mayor vida de anaquel y tienen un perfil igual o más fuerte que el del sabor natural.

La utilización de sabores artificiales se aplica en todas las ramas de la industria alimenticia, como productos lácteos, yogurt, refrescos, confitería, cárnicos, helados, incluso en la industria farmacéutica, además es aceptado por el FDA, lo cual posiciona al sabor artificial en la cima de productos para el consumo humano.

En este trabajo se realizará el diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales tomando en cuenta aspectos como, avances tecnológicos que hagan del proceso uno que sea rentable y automatizado. Como diseño, se entiende desde el posicionamiento de las materias primas para la producción del producto final, hasta el despacho del producto, habiendo pasado por un mezclado, control de calidad, envasado, sellado y, por último, etiquetado. Para el diseño de la línea de producción anteriormente mencionada se tomará el área de producción de una empresa productora de saborizantes artificiales en Guatemala, en donde se reemplazará el método actual de producción por uno tecnológicamente avanzado, de esta manera poder despachar una mayor cantidad de producto en un menor tiempo, posicionando a la empresa como líder en la producción de saborizantes artificiales.

II. MARCO TEÓRICO

A. Saborizantes líquidos

Sin duda, los saborizantes en la forma de solución concentrada de materiales naturales o sintéticos en un solvente permitido para el consumo humano son los más utilizados en las varias ramas de la industria alimenticia. Como ventajas de los saborizantes líquidos se encuentra que es estable de un lote a otro, es estable para el almacenamiento previo a su uso, es manejable en cuanto al piso de la planta, es compatible con los demás ingredientes del producto final y da una fuerza que permitirá la medición exacta y una incorporación directa a la mezcla del producto. (Heath, 1978, 344).

La composición de saborizantes líquidos no es dificultosa, pero requiere de una atención constante de las materias primas usadas y de su medición en la mezcla final. La composición de un saborizante líquido consta de:

- Saborizantes naturales: extractos, oleoresinas, aceites esenciales, concentrados de frutas, y destilados.
- saborizantes artificiales permitidos: idénticos al natural o no encontrados en la naturaleza.
- un solvente o acarreador.

Cada componente tiene su papel que debe realizar, ya sea como el más importante que da el carácter aromático principal, un producto que intensifica un sabor existente, un modificador para dar un perfil de mezcla de sabores, un estabilizador o un solvente que permite la disolución de componentes sólidos para la obtención de un producto estable, uniforme con el perfil y fuerza deseado.

(Heath, 1978, 344).

B. Definición de sabor

El sabor es una compleja apreciación de la sensación total percibida cada vez que se consume un alimento o una bebida. (Heath, 1978, 7)

C. Clasificación de sabores

El sabor de las comida es igual de importante. La mayor parte de nuestra dieta puede ser poco atractiva y apetitosa y algunas veces con falta de sabor intrínseco que es insípido. Si el sabor y aroma de la comida es tentadora y satisfaciente para el consumidor por lo cual es mejor digerido y en un resultado de satisfacción total. No importa que tan balanceada sea la comida, si no huele y sabe bien el placer de comer se vuelve una tarea sin sentimiento. El sabor de cualquier producto comestible,

bebida o confitería, dependerá de todos los ingredientes usados en su preparación y la naturaleza del proceso involucrado. Por lo tanto, el conocimiento de los componentes de cualquier producto es esencial, los cuales pueden ser clasificados como:

- Materia Prima que determina el carácter del producto
- Saborizantes
- Colorantes
- Aditivos necesarios para alcanzar la estabilidad del producto (Leahy, 1995, 24).

D. Sabores naturales

Muchos de los alimentos tienen una falta de sabores en su estado crudo y sin procesar, mientras que otros tienen un sabor intenso. Los materiales de comida natural se pueden clasificar en alguno de los tres distintos grupos:

- Sabor de bajo impacto. Altamente nutritivo pero intrínsecamente sin sabor como por ejemplo carne cruda, pescado, leche, cereales y la mayoría de raíces vegetales.
- Sabor de impacto medio. De moderada valor nutricional y con sabor adecuado para comer con placer, por ejemplo: frutas, nueces y algunos vegetales aromáticos.
- Sabor de impacto alto. De bajo o sin valor nutricional pero un poderoso sabor, por ejemplo: hierbas, especias, vainilla y cacao (Heath, 1978, 4-5).

Aquellos que se encuentran en el primer grupo forman la base de una dieta básica proveyendo un amplio rango de proteínas, grasas, carbohidratos y vitaminas necesarias para mantener el cuerpo con salud. De igual forma, es necesario mejorar el sabor de este grupo lo cual se puede lograr simplemente en el cocimiento o por la adición de algunas de los materiales más aromáticos de los restantes dos grupos o por el uso de saborizantes añadidos.

Los que se encuentran en el segundo grupo tienen un grado mayor de aceptación, ya que se consumen en su estado natural como parte de una comida que produzca un sabor diferente, o como entrada apetecedora. Debido a su amplia atracción el sabor de frutas es incorporado en productos con poco o sin sabor, en tal caso el sabor que se añade puede provenir directamente de la fruta o puede ser una imitación que incluya o esté totalmente compuesta por químicos aromáticos sintéticos. (Leahy, 1995, 45).

Productos naturales como hierbas y especias que tienen un alto contenido aromático son de considerable importancia al procesador de comida. Con la mezcla de estos factores de sabor es que se lleva a un nivel de alta cocina.

E. Naturaleza de componentes en sabores

Materiales de plantas usadas en comidas dependen de las características en el aroma y sabor en una mezcla compleja de químicos orgánicos producidos en los tejidos de la planta durante su crecimiento. Se han realizado investigaciones para identificar y separar los químicos responsables. El progreso en esta rama ha sido rápido y se está acelerando al usar técnicas instrumentales cada vez más modernas y también gracias al uso de programas computarizados. Cientos de químicos presentes en comidas naturales y saborizantes han sido identificados satisfactoriamente, pero algunos todavía carecen de la identificación y categorización. Del conocimiento bioquímico de las plantas surge además el problema de la necesidad de establecer correlaciones entre evaluaciones subjetivas y objetivas de la contribución relativa de cada componente para el perfil aromático. Esto es un trabajo dificultoso ya que no existe un lenguaje que describa de los atributos aromáticos del compuesto químico caracterizado (Heath, 1978, 7).

Las técnicas necesarias para separar compuestos aromáticos de tejidos inertes son vuelven tediosos. No se puede estar totalmente seguro que componentes de saborizantes no se han perdido o modificado en el proceso de extracción y concentración; o que se han creado diferentes componentes en el sabor.

F. Criterio para el uso de saborizantes

Tres cosas pueden suceder cuando se añade sabor a un producto

- El producto alcanza el mismo sabor de aquel que fue añadido.
- Suplementa o fortifica un sabor existente.
- Modifica o cubre el sabores

El uso de saborizantes en cualquier tipo de producto ya sea, comida, confitería, bebidas, helados, etc., se determina por tres factores: la aceptabilidad del consumidor, la naturaleza del producto final y las condiciones de procesamiento, distribución y almacenamiento por el que pasa el producto antes de ser adquirido (Leland, 1996, 6).

G. Operaciones unitarias, cómo afectan al sabor.

Cuando se trata de la consideración de los procesos unitarios involucrados hay ciertas condiciones que pueden afectar significativamente el perfil resultante del sabor. Los más importantes son:

1. Tiempo y temperatura. La mayoría de los componentes de los sabores hasta cierta extensión son termoestables. A temperaturas elevadas pueden ser perdidos en el sistema o pueden cambiar debido a las interacciones químicas con otros componentes. El conocimiento de las temperaturas a las cuales será expuesto un sabor y los tiempos de residencia involucrados en dicho

procedimiento son de mayor importancia al decidir cuál será la naturaleza del sabor, particularmente cuál será el mejor solvente usado para la preparación. (Heath, 1978, 391).

2. Secuencia de mezcla. En la mayoría de productos es necesario añadir el sabor al comienzo del proceso, lo cual lo expone a todas las condiciones encontradas en el proceso. En otros productos se puede añadir al final del proceso, de tal manera evitar el daño potencial en las condiciones del proceso. Cuando sea posible, el sabor debe ser lo menos expuesto al consistente tratamiento de uniformidad del producto final.

3. Sistema abierto o cerrado. Obviamente, el manejo de saborizantes en un sistema abierto resulta en pérdidas mayores que en un sistema cerrado. Todas las precauciones deben ser tomadas para minimizar la exposición al usar contenedores cerrados.

4. pH. Muchos saborizantes contienen ingredientes que son sensitivos al cambio de pH. Es esencial que ésta condición particular sea cuidadosamente reproducida durante cualquier etapa del proceso.

5. Presión. Ambos cambios de presiones negativas o positivas son peligrosas para el saborizante añadido al alterar la concentración relativa de los componentes. Un llenado al vacío puede dar como resultado la pérdida de los componentes volátiles en el sabor, obteniendo así un producto desbalanceado en cuanto al perfil deseado. (Heath, 1978, 391).

H. Ventajas en el uso de sabores artificiales.

Los sabores artificiales tienen varias ventajas:

- En la fuerza de saborizar son usualmente más baratos que el producto natural equivalente necesario para producir el mismo efecto del sabor, y son menos sensitivos en los cambios de costos.
- Son estables y tiene una larga vida de anaquel.
- Pueden ser diseñados para soportar condiciones severas de procesos.
- Son altamente concentrados y pueden ser producidos en una gran variedad de formas, adecuados para aplicaciones específicas.
- Con las limitaciones de manufactura son rápidos de obtener, y no dependen de temporadas de cosecha u otras consideraciones de abastecimiento.
- Pueden ser hechos a medida para dar el efecto de sabor óptimo deseado. Esta flexibilidad conlleva a una habilidad para crear diferenciación de productos.

Cualquier fruta (en cualquier etapa de su crecimiento, ya sea madura o verde) puede ser imitada y al mismo tiempo componentes indeseados pueden ser modificados u omitidos.

- Tienen una consistencia de calidad y efecto de sabor. (Leland, 1996, 32).

Esta es una significativa lista de atributos en los sabores de saborizantes artificiales, y han sido apreciados por procesadores en la industria alimenticia. Los saborizantes artificiales son cada vez más balanceados, y cada vez menos químicos. Los sabores crudos de frutas compuestos de algunos ésteres como el acetato amílico son cosas del pasado y han sido totalmente reemplazados por sabores compuestos con un perfil aromático muy similar al de la fruta en imitación. (Heath, 1978, 13).

Hoy en día una práctica común para la igualación de sabores compuestos es pasar una solución natural (por ejemplo sabor a banano) por un equipo diseñado para calentar la solución y obtener su concentración en vapor así poder determinar cuál es el compuesto orgánico aromático que casa exactamente al perfil o característica del sabor que se está tratando de igualar. Este procedimiento normalmente se lleva a cabo mediante la cromatografía de gases en donde se obtiene una lectura por picos, en donde por la localización de cada pico, se representa un compuesto aromático específico, de esta forma poder llegar a formular el sabor natural, mediante la mezcla de compuestos aromáticos que son determinados mediante la cromatografía de gases. (Heath, 1978, 14).

I. Descripción de perfiles aromáticos.

Se ha publicado mucho sobre la historia, naturaleza y procesamiento de hierbas, especias y otros materiales aromáticos de plantas usados como saborizantes en la comida, pero se ha omitido sobre sus características sensoriales. Se torna bastante difícil expresar un sabor, si no existe el léxico adecuado para hacerlo, por ejemplo se puede decir que un sabor es fresco, pero puede caer en la ambigüedad de que sea un sabor con un perfil suave y verdoso, pero en realidad es muy subjetivo para expresar. (Heath, 1978, 16).

J. Solventes utilizados en saborizantes.

En el listado de tablas se puede encontrar la variedad de solventes más utilizados para la producción de saborizantes artificiales. En este trabajo se hará el estudio de dos solventes principales: el etanol y propilenglicol, debido a que su disponibilidad en Guatemala es alta y se consideran los mejores solventes para sabores debido a su alta compatibilidad y baja toxicidad. El uso de éstos dependerá de la aplicación del saborizante, ya que por los diferentes puntos de ebullición, cuando se aplica en repostería o productos que serán sometidos al calor, normalmente se utiliza el propilenglicol, ya que tiene un punto de ebullición elevado, por lo que no se volatilizará en el proceso.

1. Etanol. El alcohol etílico (etanol) es un solvente de amplio rango de espectros y es eminentemente adecuado para la producción de saborizantes de comida ya que la mayoría de componentes son solubles en él. En la mayoría de países el etanol con lleva un serie de impuestos que causan que el producto tenga un alto precio, no así para Guatemala. Aquí en Guatemala para la adquisición de etanol, se debe especificar al proveedor el uso específico de dicho solvente. Un distribuidor de etanol muy conocido en Guatemala es Carlos Bathen, el porcentaje de fuerza de etanol es 95%.

El etanol es un líquido incoloro, cuyo punto de ebullición es 78.7°C, tiene un olor agradable y un sabor quemante. Cuando es destilado con agua se forma una mezcla constante con un punto de fusión de 78.15°C conteniendo un 95.6% de etanol. Esta es la fuerza del alcohol comercial, el cuál debe ser procesado para obtener un alcohol absoluto. Cuando el término “alcohol” se utiliza en una formulación o una especificación del proceso, en la ausencia de otra indicación, se toma que se refiere siempre al etanol.

La producción comercial resulta en un alcohol de 95% de fuerza la cuál cumple con las especificaciones de varias farmacopeas nacionales. El del alcohol es muy importante para el productor de sabores y la fuente más común de reclamos son los trazos de algunos aldehídos y aceites de fuselaje. Para cumplir con regulaciones es necesario denotar el contenido alcohólico de un producto. Esto puede ser en términos del porcentaje de alcohol ya sea por volumen o por peso. Este término es algunas veces llamado el espíritu de comprobación. El significado de este término es diferente dependiendo de la definición dada en la legislación apropiada de un país. En los Estados Unidos, por ejemplo, es el doble del porcentaje de volumen del etanol (Heath, 1978, 356).

El alcohol presenta también algunas desventajas para la producción se saborizantes. Tiene una alta presión de vapor y un bajo punto de ebullición, lo que causa en pérdidas excesivas por evaporación. Esto puede ser un factor significativo cuando se está trabajando con grandes volúmenes de saborizantes que contienen componentes altamente aromáticos o si en el proceso de la obtención de un alimento un saborizante que contiene alcohol pasa por un proceso de calentamiento a altas temperaturas. Es por esto que se debe hacer referencia a las tablas de dilución que dan las proporciones de alcohol 95% y agua para dar un alcohol diluido de la fuerza que se requiera. (Leahy, 1996, 35).

2. Propilenglicol. Es también conocido como 1-2 propano-diol. El propilenglicol es un líquido viscoso que ebulle a 189°C, es incoloro, prácticamente inodoro e higroscópico. Es miscible con agua, alcohol y glicerol, así como muchos otros solventes orgánicos. En los Estados Unidos se clasifica como una sustancia GRAS y encuentra una aceptación universal para un solvente de saborizantes que sea no alcohólico. El término GRAS (generally recongized as safe) se definió por un comité FEMA en los Estados Unidos por un panel de expertos donde se encuentran los listados de solventes utilizados, la FDA realizó una investigación paralela en la evaluación toxicológica. Esto es muy importante porque la industria

farmacéutica requiere sabores con bases libres de alcohol. Desafortunadamente, su poder como solvente no es tan bueno como la del alcohol. (Heath, 1978, 356).

3. Otros. El agua es el solvente más barato pero es de limitada aplicación debido a que la mayoría de químicos aromáticos no son solubles en agua. Es de gran importancia en la preparación de sabores sin contenido alcohólico. Al añadir el sabor al agua se forma una fase continua de emulsión, el medio acuoso es una desventaja ya que muchos de los aceites esenciales tienden a ser inestables en la presencia de agua. En la industria alimenticia se pueden utilizar una gran variedad de solventes para saborizantes, entre ellos se encuentran los siguientes: Alcohol isopropílico, Acetato de etilo, Éter dietílico, Glicerol, Monoacetato de glicerol, diacetato y triacetato de glicerol. Los proveedores recomiendan utilizar en una menor cantidad los acetatos, ya que se ha determinado que en concentraciones mayores al 1% causan algunas enfermedades intestinales por la desactivación de procesos enzimáticos. De hecho, los acetatos son tienen tan alta fuerza de disolución, que son los más utilizados en la industria de las pinturas y tintas de impresión de empaques.

(Heath, 1978, 356-359).

Tabla No. 1
Solventes utilizados en saborizantes artificiales

Solvente	Solventes utilizados en saborizantes			
	Punto de Ebullición a 760 mm °C	Gravedad específica 20°C	Punto de flasheo	
			Abierto °C	Cerrado °C
Alcohol etílico (etanol)	78.4	0.7905	18	14
Propilenglicol	185	1.038	107	99
Glicerol	290	1.26	177	160
Dietil éter	34.4	0.714	-40	-24
Acetato de etilo	77.1	0.899	-1	-4

(Heath, 1978, 356-359).

K. Sistema de Limpieza (CIP).

La Limpieza-en-sitio (CIP) y el Esterilizado-en-sitio (SIP) son sistemas diseñados para la limpieza y desinfectado automáticos sin necesidad de realizar obras de desmontado y ensamblado. Adicionalmente, un sistema CIP bien diseñado (que utiliza tecnología de válvula de asiento doble (bloqueo y purgado) y un poco

de integración de procesos), le permitirá limpiar una parte de la planta, en tanto las demás áreas continúan con la producción. Además, un sistema CIP moderno no sólo ahorrará dinero al lograr un mejor uso de la planta, sino también por los ahorros significativos que obtendrá en el líquido para la CIP (al reciclar las soluciones de limpieza), en el agua (el sistema está diseñado para utilizar la cantidad de agua óptima requerida) y en las horas-hombre (Heath, 1978, 132).

La limpieza se puede realizar con sistemas automatizados o manuales y es un proceso confiable y repetible que cumple con los reglamentos de higiene más rigurosos requeridos por las industrias de alimentos, lácteos, farmacéutica y de biotecnología. Otros beneficios derivados de una planta CIP bien diseñada incluyen: seguridad para los operadores (ya que no se requiere que entren a los tanques y a los recipientes para limpiarlos ni que manejen los materiales de limpieza potentes) y reducción al mínimo del tiempo muerto entre los periodos de fabricación/cambios de producto (Heath, 1978, 132).

La tecnología de CIP (Limpieza-en-sitio) y SIP (Esterilizado-en-sitio) es obviamente importante para muchas industrias entre las que se cuentan la de alimentos, productos lácteos, nutracéutica, farmacéutica, de biotecnología, de cosméticos, de la salud y cuidados personales, donde el procesamiento se debe realizar en ambientes higiénicos o asépticos. Todas estas medidas de higiene han sido estandarizadas para no ser un obstáculo en el proceso, o que se puede realizar de una forma eficiente, sin alterar los tiempos de producción, así poder realizar la producción cumpliendo con los estándares de higiene (que exigen las normas ISO 9001) en un tiempo mínimo para cumplir con entregas inmediatas al cliente.

Las instalaciones de GEA Liquid Processing están diseñadas de tal manera que se asegura su limpieza óptima. Incluso se puede proporcionar protocolos completos de validación de CIP (Limpieza-en-sitio) y SIP (Esterilizado-en-sitio) para instalaciones con normas de 3A, USDA, cGMP, FDA y/o BPE ASME. Dependiendo de la infraestructura de automatización existente y/o de las preferencias del cliente, se puede instalar e integrar a las operaciones de toda la planta un sistema central o descentralizado (o una combinación de ambos).

L. Agitación de líquidos

El efecto de muchas operaciones industriales depende de la efectiva agitación y mezcla de fluidos, como lo es el caso para los sabores artificiales. La agitación y la mezcla no son sinónimos. La agitación se refiere al movimiento inducido de un material en una manera específica, normalmente en un patrón circulatorio dentro de algún tipo de contenedor. La mezcla es una distribución aleatoria, dentro y a través una de otra, de dos o más fases inicialmente separadas. Un material homogéneo simple, tal como un tanque lleno con agua fría, puede ser agitado, pero no podrá ser mezclado mientras se le adhiere algún otro material. Para los saborizantes artificiales se hará referencia a la mezcla, ya que en la solución se estarán mezclando entre sí, tanto los solventes como la base del saborizante artificial. (McCabe, 2002, 259 – 261)

1. Propósitos de la agitación. Los líquidos se agitan con numerosos propósitos, dependiendo de los objetivos de la etapa del proceso.

- Suspensión de partículas sólidas.
- Mezclado de líquidos miscibles, por ejemplo, alcohol metílico y agua
- Dispersión de un gas a través de un líquido en forma de pequeñas burbujas.
- Dispersión de un segundo líquido, inmiscible con el primero, para formar una emulsión o suspensión de gotas finas.
- Promoción de la transferencia de calor entre el líquido y un serpentín o encamisado.

(McCabe, 2002, 259 – 261)

2. Tanques agitados. Los líquidos se agitan con más frecuencia en algún tipo de tanque o recipiente, por lo general de forma cilíndrica y provisto de un eje vertical. La parte superior del tanque puede estar abierta al aire, pero generalmente está cerrada. Las proporciones del tanque varían, dependiendo de la naturaleza del problema de agitación. El fondo del tanque es redondeado, no plano, para eliminar las esquinas o regiones agudas en las que no penetrarían las corrientes de fluido. La profundidad del líquido es aproximadamente igual al diámetro del tanque. Un agitador va instalado sobre un eje suspendido por la parte superior del sistema. El eje es accionado por un motor, a veces directamente conectado al eje, pero es más común que se encuentre conectado a éste, a través de una caja de reductores de velocidad (McCabe, 2002, 259 – 261).

3. Impulsores. Los agitadores de impulsor o rodete se dividen en dos clases. Los que generan corrientes paralelas al eje del impulsor, se llaman impulsores de flujo axial; y aquellos que generan corrientes en dirección radial o tangencial se llaman impulsores de flujo radial. Los tres principales tipos de impulsores para líquidos de baja a moderada viscosidad con las de hélice, turbinas e impulsoras de alta eficiencia. Cada una de ellas comprende muchas variantes y subtipos que no se considerarán aquí. Para líquidos muy viscosos, los impulsores más adecuados son los de hélice y agitadores de anclaje. (McCabe, 2002, 259 – 261)

a. Hélice (propulsor). Una hélice es un impulsor de flujo axial y alta velocidad que se utiliza para líquidos de baja viscosidad. Las hélices pequeñas giran con la misma velocidad que el motor, ya sea a 1150 ó 1750 rpm; las grandes giran de 400 a 800 rpm. La dirección de la rotación se elige generalmente para impulsar el líquido a descender, y la dirección determinada hasta que se chocan con el fondo del tanque. Una hélice rotatoria traza una hélice en fluido, y si no hubiera deslizamiento longitudinal entre el líquido y el agitador. (McCabe, 2002, 259 – 261)

M. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y en la forma de manipulación. Se basan principalmente en la elaboración de normas y procedimientos que se deben llevar a cabo para asegurar una producción y más que todo un producto, en este caso alimenticio, que cumpla con las normas estándares de higiene y calidad. Hoy en día, una empresa que se dedica a la elaboración o producción de productos comestibles, debe sin ninguna excepción cumplir con las normas de Buenas Prácticas de Manufactura. Estas prácticas se deben cumplir desde la recepción de materia prima hasta el despacho del producto terminado y se deberá involucrar a todo el personal sin importar el departamento para el cuál labore, debido a que tendrán que haber normas específicas para poder entrar al área de producción como lo es el uso de redécilla o mascarilla al área de producción.

Para poder establecer las BPM se utiliza una herramienta muy esencial para poder establecer procedimientos y normas que favorezcan la producción de un alimento. Estas herramientas se denominan procedimientos operativos estandarizados de saneamiento.

Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)

Son necesarios para el diseño y funcionamiento de los establecimientos y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación. Contribuyen a la obtención de una producción de alimentos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación. Una manera eficaz y segura de llevar a cabo las operaciones de limpieza y mantenimiento de la higiene de una planta elaboradora de alimentos es la implementación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).

1. POES. Son procedimientos operativos estandarizados que describen las tareas de limpieza y sanitización. Se aplican antes, durante y después de las operaciones de elaboración. Cada establecimiento deberá tener un plan escrito que describa los procedimientos de saneamiento diarios que se llevarán a cabo durante y entre las operaciones para prevenir la contaminación directa o adulteración de los productos, así como las medidas correctivas previstas y la frecuencia con la que se realizarán.

El mantenimiento de la higiene de una planta procesadora de alimentos es una condición esencial para asegurar la inocuidad de los productos que allí se elaboren. Conjuntamente deberá implementarse un plan de Buenas Prácticas de Manufactura las cuales están descriptas en el Código Alimentario Argentino y son obligatorias para todos los establecimientos elaboradores de alimentos.

2. Buenas Prácticas de Manufactura. Como se menciono anteriormente, las BPM's son una serie de normas y especificaciones que una empresa debe seguir para asegurar que el producto final es de alta calidad y no será dañino para el consumo humano. A continuación se presentan una serie de especificaciones para poder aplicar las BPM's durante el diseño de una línea de producción. Se debe notar que las BPM's no son específicas en cuanto a un área, por ejemplo no requieren que el tipo de pintura del área de producción sean de tipo acuoso, pero sí específica que la pintura sea clara para poder detectar una suciedad inmediatamente.

a. Materias primas. Las materias primas para la elaboración de alimentos tienen que asegurar una calidad que no comprometa los logros de las buenas prácticas llevadas a cabo durante las etapas posteriores. Es decir, su calidad no debe representar peligro para la salud humana. Los principios generales higiénico-sanitarios para las materias primas son la base de las buenas prácticas en la elaboración de alimentos.

En las áreas de procedencia de las materias primas se recomienda que las materias primas obtenidas para consumo humano sean producidas en áreas donde el riesgo de contaminación con sustancias nocivas esté controlado. Si el caso fuera para cosecha, producción, extracción y faena, el tratamiento de materias primas con agentes químicos, biológicos o físicos requiere la supervisión directa de personal capacitado que conozca los peligros potenciales que estos agentes representan para la salud.

Durante el almacenamiento en el local de producción las materias primas deben ser almacenadas en condiciones que garanticen la protección contra la contaminación y reduzcan al mínimo los posibles daños y el deterioro de los alimentos. Cada establecimiento deberá tener un plan escrito que describa los procedimientos de saneamiento diarios que se llevarán a cabo durante y entre las operaciones para prevenir la contaminación directa o adulteración de los productos, así como las medidas correctivas previstas para evitar la contaminación.

El mantenimiento e higiene de una planta procesadora de alimentos es una condición esencial para asegurar la inocuidad de los productos que allí se elaboren y se deberá mantener un registro donde se pueda evidenciar físicamente los procedimientos que se llevan a cabo para mantener un ambiente higiénico alrededor de la producción.

Conjuntamente deberá implementarse un plan de Buenas Prácticas de Manufactura las cuales están descritas en el Código Alimentario y son obligatorias para todos los establecimientos elaboradores de alimentos (INTI, 2003).

b. Establecimientos. Es recomendable que los establecimientos elaboradores de alimentos se encuentren situados en zonas que no estén expuestas a inundaciones, olores, humo, polvo, gases y radiación. Es importante que éstas tengan una superficie pavimentada, apta para el movimiento de camiones, autos, transportes internos y contenedores (INTI, 2003).

Es fundamental disponer tanto de un desagüe adecuado, como de sistemas de limpieza que contemplen no sólo el proceso utilizado, sino también la frecuencia y el momento de dicha operación. Es fundamental que los materiales utilizados en la construcción y el mantenimiento no transmitan sustancias indeseables al alimento, directa o indirectamente. Por otra parte es necesario disponer de espacio suficiente, a fin de poder cumplir con todas las operaciones en el lugar adecuado.

Las BPM's recomiendan que los edificios e instalaciones impidan el ingreso de insectos, roedores, moscas, cucarachas y contaminantes del medio, como humo, polvo, vapor u otros. Es muy aconsejable que la empresa diseñe o contrate el servicio de control de plagas, ya que estos para la industria alimenticia son muy comunes (INTI, 2003).

Los establecimientos deben poseer una entrada sanitaria a la zona de producción que permita el ingreso de los operarios, para que se evite el contacto directo entre la sala de elaboración y el exterior de la fábrica. Se debe garantizar que las operaciones se realicen en condiciones higiénicas desde la llegada de materia prima, hasta la obtención del producto terminado. Se deben ofrecer condiciones apropiadas para el proceso de elaboración y almacenamiento de materias primas y del producto terminado (INTI, 2003).

c. Higiene de los establecimientos. Tanto los edificios como los equipos, utensilios y todas las demás instalaciones deben mantenerse en buen estado de conservación y funcionamiento. Los equipos, utensilios e instalaciones deben ser de material limpiable y de diseño sanitario (desarmables, etc.). Todos los equipos deben guardar la distancia adecuada entre sí para permitir la limpieza entre ellos, y llevar a cabo procedimientos regulares de mantenimiento en donde se pare producción para poder llevar a cabo los procedimientos de limpieza en la frecuencia que el equipo o proceso lo requiera.

En cuanto a la iluminación se recomienda que las luces sean blancas y a la altura adecuada de los equipos y operarios. Las luminarias deben estar protegidas con algún tipo de aislación para evitar la contaminación a la hora de ésta sufrir un desgaste o quiebre. Se recomienda además que se utilice una cantidad suficiente de lámparas para poder tener la iluminación necesaria durante la producción, ya que normalmente se deben evitar entradas de luz natural, ya que serán también entradas de contaminantes o roedores no deseados en el área de producción. (INTI, 2003).

Todos los productos de limpieza y desinfección utilizados deben ser aprobados por los organismos competentes, como aptos para uso en la industria alimenticia, previamente a su uso por parte de la empresa elaboradora. Asimismo, cada establecimiento debe tener un programa permanente de limpieza y desinfección, denominados Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento. Estos productos deben almacenarse en áreas separadas de las de producción, almacenamiento de materias primas y producto terminado y deben estar correctamente identificados. Los subproductos deben almacenarse de manera adecuada. Aquellos que pueden resultar contaminantes deben retirarse de la zona de trabajo (INTI, 2003).

El material de desecho debe manipularse de manera que se evite la contaminación de los alimentos y/o el agua potable, de esta forma evitar la propagación de plagas o pestes. Los desechos se deben retirar de las áreas de trabajo tan frecuentemente como sea necesario. Los recipientes de desechos se deben desinfectar y rotular para tener áreas designadas de desechos. El área de desechos de la planta debe estar posicionada de tal forma que los desechos puedan ser eliminados con rapidez y estén a suficiente distancia del área de producción y bodegas.

Se debe prohibir la entrada de animales, en particular en los locales donde se realizan cualquiera de las etapas de producciones o en los lugares donde hay materias primas, material de empaque, y alimentos terminados (INTI, 2003).

En cuanto al control de plagas es fundamental la aplicación de un programa eficaz de lucha contra plagas. Los establecimientos deben centrar sus esfuerzos en la prevención. Un plan eficiente de control de plagas debe tener todas las licencias sanitarias actualizadas para evitar la contaminación del producto con los agentes o cebos de trampas. Se debe crear un mapa de la planta, y ubicar todas las trampas de roedores para su debida inspección y limpieza. Todas las trampas deben estar numeradas e identificadas. Normalmente se recomienda realizar un mapa donde se localizan las trampas, así como la frecuencia de la revisión de dichas trampas. (Leahy, 1995, 61).

El almacenamiento de sustancias peligrosas como plaguicidas, solventes u otras sustancias tóxicas que puedan representar un riesgo para la salud y una posible fuente de contaminación de los alimentos, deben estar etiquetados visiblemente con un rótulo en el cual se informa sobre su toxicidad y uso apropiado.

Se recomienda no dejar ropa ni artículos personales en las zonas de manipulación de alimentos, ya que estos pueden ser contaminantes potenciales para el proceso de producción, por lo que se recomienda en el área de preparación personal, un área de cubículos personales donde queden almacenados prendas personales o vestimentas que no son autorizadas en el área de producción. (Leahy, 1995, 61).

d. Personal. Existe una serie de pautas mínimas que hacen referencia al estado de salud e higiene de las personas que trabajan en las plantas de manufactura de alimentos. Se recomienda que todas las personas que manipulan alimentos reciban una instrucción adecuada y continua en cuanto al tema de manipulación higiénica de los alimentos y de la higiene personal. Es importante lavarse las manos de manera frecuente y minuciosa con un agente de limpieza autorizado, con agua potable y con cepillo para limpiarse las uñas.

Todo el personal que esté relacionado con el proceso de producción deberá mantener actualizada su tarjeta de salud. Cuando exista la menor sospecha de que un manipulador de alimentos padezca de alguna enfermedad o esté afectado con heridas infectadas, infecciones cutáneas, llagas o diarrea, el mismo no deberá manipular alimentos. Cualquier persona que sufra heridas no puede manipular alimentos o superficies en contacto con alimentos hasta no haber sido tratado y curado (INTI, 2003).

Toda persona que esté de servicio en una zona de manipulación de alimentos tiene que mantener una esmerada higiene personal, debe llevar ropa protectora, calzado adecuado y redecilla. Todos estos elementos deben ser lavables o descartables. No se debe permitir el uso de objetos de adorno, como anillos, relojes y pulseras, durante la manipulación de materias primas o alimentos ya que éstos son peligros físicos muy comunes en las empresas procesadoras de alimentos. En las zonas donde se manipulen alimentos deben prohibirse las acciones que puedan dar lugar a su contaminación, tales como comer, fumar, escupir u otras prácticas antihigiénicas.

Toda la vestimenta y en particular los guantes utilizados en la manipulación de alimentos, debe mantenerse en perfectas condiciones de limpieza. El uso de guantes no exonerará al operario de lavarse las manos cuidadosamente tantas veces como indique el procedimiento de BPM's. Si en el establecimiento se reciben visitas es necesario contar con un pasillo vidriado par que circulen los visitantes y/o el uso de ropa protectora para los mismos y brindarles información de pautas a seguir (INTI, 2003).

e. Higiene en la elaboración. Se deberán tener en cuenta una serie de procedimientos respecto de distintos puntos de la producción.

En cuanto a la materia prima no se deben utilizar materias primas, insumos o ingredientes que contengan parásitos, microorganismos o sustancias tóxicas, descompuestas o extrañas en niveles por encima de los aceptables por la norma nacional. Es aquí, donde se debe realizar un control a la materia prima. Se deberá hacer un análisis microbiológico para determinar que un producto es libre de contaminación. Si no se cuenta con el equipo, se tendrá que contratar a un laboratorio para que lo lleve a cabo externamente. Este tipo de resultados tendrán que estar físicamente a la hora de una auditoría ISO 9001-2000.

Se debe prevenir la contaminación cruzada. Este tipo de contaminación se produce cuando un proceso o producto y/o materia prima puede ser contaminante de otro. Por ejemplo, el almacenamiento de materia prima y producto elaborado en una misma cámara. Este tipo de contaminación se puede obtener mediante el ingreso de productos terminados al área de producción, en donde el producto terminado puede ser cualquier tipo de alimento.

En la utilización de agua, como principio general en producción de alimentos, sólo debe utilizarse agua potable (aún en actividades indirectas tales como cocción, limpieza, etc.). El agua debe ser monitoreada en cuanto a carga microbiana y que el nivel de cloro este dentro de la especificación. En Guatemala se debe mantener una concentración de cloro de 0.5 a 1.5 ppm (partes por millón).

Todas las operaciones del proceso de producción deben realizarse sin demoras inútiles y en condiciones que excluyan toda posibilidad de contaminación, deterioro o proliferación de microorganismos patógenos y causantes de alteraciones. Es importante que el material utilizado para el envasado se almacene en condiciones de sanidad y limpieza en lugares destinados para tal fin. El material debe ser adecuado para el producto que se va a envasar y para las condiciones previstas de almacenamiento. El material de los envases debe ser apto para el contacto con alimentos y conferir una apropiada protección con la contaminación. Para la producción de sobres artificiales se recomienda utilizar envases de plásticos de polietileno y no usar plásticos que contengan mezclas de PVC, debido a que se ha demostrado comportamiento cancerígeno en el humano.

En función del riesgo deben mantenerse registros apropiados de la elaboración, producción y distribución del producto alimenticio, conservándolos durante un período superior al de la duración mínima del alimento. En los saborizantes artificiales, por el pH de los mismos se establece un período de 2 años, siempre y cuando el producto no haya sido destapado, y que se mantenga en un área con temperatura constante no mayor de 30°C y humedad relativa de 80%.

f. Control de procesos. Para asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura a lo largo del tiempo, es necesario efectuar controles. Los mismos permiten adoptar medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos para la obtención de alimentos seguros.

Todas las operaciones que van desde la recepción de las materias primas, inspección, transporte, manufactura, envasado y almacenamiento de los alimentos deben realizarse de acuerdo a los principios higiénico-sanitarios enunciados por las BPM. Por lo tanto es necesario que a lo largo de todas las etapas del

proceso, se instrumenten acciones de control que garanticen la inocuidad de los alimentos. Por ejemplo, medición y registro de temperaturas de proceso y producto, pH, etc.

g. Documentación. Es un aspecto básico de las BPM. Su propósito es definir los sistemas de control, reducir los riesgos de error inherentes a la comunicación oral, asegurar que todo el personal esté en conocimiento e instruido respecto de los procedimientos llevados a cabo en cualquier etapa de la elaboración de alimentos y permitir una fácil y rápida trazabilidad de los productos.

En términos generales los documentos pueden dividirse en instructivos y registros. Los primeros definen las instrucciones de procedimientos, especificaciones y manejo de equipos, maquinarias y utensilios. Los segundos se utilizan para volcar datos y realizar informes. La documentación es una herramienta necesaria para la demostración física de la evidencia de los procedimientos de actividades de las buenas prácticas de manufactura.

III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el éxito de una empresa se ve influenciado directamente por el buen trato al cliente y sobre todo por el despacho inmediato de un producto. Debido a las altas exigencias y crecimiento del mercado en general, hoy en día una empresa debe estar actualizada con dichas exigencias para mantenerse siempre a un nivel competitivo, tomando como principal objetivo el cumplimiento de la satisfacción del cliente.

El nivel competitivo al que se debe llegar y mantener siempre en una empresa es aquel en donde un producto de alta calidad se puede fabricar en el menor tiempo posible, lo cual se desea realizar con el diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales.

Durante el desarrollo del diseño se harán análisis de costos para montar la nueva línea de producción, también así para obtener el costo de producción y establecer un costo unitario y evaluar el tiempo de retorno de la inversión de dicha línea de producción. Se realizará también un análisis de aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura para la obtención de un producto de alta calidad.

Como beneficios de dicho trabajo de diseño, se encuentra el incremento de producción, ya que habrá una mayor capacidad que en la línea de producción actual, y con los adelantos tecnológicos se obtendrá una mayor cantidad de producto de alta calidad en un menor tiempo, colocando a la empresa como líder de producción de saborizantes artificiales en Guatemala.

IV. OBJETIVOS

A. General

1. Realizar el diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales para una empresa productora en Guatemala.

B. Específicos

1. Diseñar la línea de producción del mezclado y preparación de producto.
2. Diseñar la línea de envasado y etiquetado para el producto final.
3. Realizar el diseño del sistema de control de calidad en el sitio de la producción
4. Realizar un diagrama de flujo de la línea de producción de saborizantes artificiales.
5. Realizar un análisis económico para montar la línea de producción, tomando en cuenta todos los costos del equipo instalado.
6. Aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura en la producción.
7. Realizar un estudio de factibilidad de la línea de producción de sabores artificiales

V. PROBLEMA A RESOLVER

Una empresa no se encuentra en posición competitiva con otras empresas si ésta no es capaz de satisfacer una demanda. El sistema actual de producción de sabores artificiales en la empresa en estudio es anticuado. La empresa ha decidido realizar un nuevo diseño de la línea de producción para aumentar la capacidad, debido a un incremento de demanda, de esta manera no perder clientes actuales, recuperar clientes perdidos e incluso ampliar la cartera de clientes. Los clientes existentes se han acoplado a una entrega establecida, pero se ven forzados en abastecerse de otras empresas debido a la demanda de su producto, y ahora con la nueva línea de producción de sabores artificiales habrá una entrega pronta y de mayor capacidad, aumentando así las ventas del producto y el crecimiento de la empresa.

VI. METODOLOGÍA

A. Diseño de la línea de producción.

Aquí se dejará indicado cómo será la línea de producción, incluyen dimensiones del tanque de mezclado, la envasadora, la selladora y etiquetadora del producto final, tomando en cuenta los auxiliares necesarios para la operación de la nueva línea de producción. Durante el proceso de envasado, sellado y etiquetado el producto será movilizadado mediante una banda transportadora y colocará al producto en un área de recepción de producto final. Para este diseño se tomará en cuenta el área disponible de la línea de producción de sabores. Para el diseño se realizará el balance de masa para dicho sistema.

B. Realización del diagrama de flujo.

Aquí se obtendrá tanto el diagrama de flujo y el layout de la línea de producción de sabores artificiales, en donde se observará de una manera física el posicionamiento del equipo para la línea de producción. Se cuenta con un área específica para la nueva línea de producción, para lo cual el diseño se ve limitado únicamente a esta área.

C. Diseño de sistema de control de calidad.

Debido a que el propósito del diseño es incrementar la capacidad y el tiempo de despacho, se diseñará un sistema de control de calidad en situ de la línea de operación, de esta manera el proceso de liberar el producto terminado será inmediato. Se harán mediciones de densidad, pH y °Brix del producto final para entregar un producto de alta calidad. Se realizará una investigación de sensores que puedan aplicarse en tuberías para controlar el envasado del producto. También se realizará la selección de válvulas para dicho sistema.

D. Diseño del método de limpieza.

Debido a que se hará el diseño para la línea de producción de sabores artificiales, se hará una producción de distintos sabores, para lo cual luego de realizar el mezclado se debe realizar la limpieza adecuada para no dejar rastros del sabor anteriormente mezclado. Se hará un estudio para determinar si es necesario el uso de un agente neutralizante de olores diluido en agua y se agitará por un tiempo establecido. Se realizará el diseño de un sistema de desechos al realizar la limpieza del equipo.

E. Selección de equipo.

Realizados los diseños anteriores se seleccionará el equipo para la producción de sabores artificiales. Los equipos necesarios son, una envasadora de líquidos, un agitador para el tanque de mezclado, los sensores de pH, densidad, °Brix, la banda transportadora, el equipo de etiquetado y sellado mecánico y el sistema en

general de tuberías y válvulas. El equipo mencionado será seleccionado por su capacidad, características de operación y por el costo.

F. Costos de materia prima.

Debido a que la materia prima es importada de México, Distrito Federal, se debe hacer el cálculo del costo de la materia prima puesta en la instalación de la empresa, tomando en cuenta los costos del incoterm más conveniente.

G. Determinar costos de equipo, y utilitarios.

Se determinará el costo del equipo seleccionado de la línea de producción, y los utilitarios necesarios para llevar a cabo la producción de sabores artificiales.

H. Determinar costos totales.

Con los diseños ya realizados, y con el equipo necesario para obtener el producto final, se hará el estudio del Costo total, y se realizará el análisis de la recuperación de la inversión, para lo cual se debe definir un precio unitario. Para ello se tiene que realizar un flujo de caja, y se analizará para un período de 10 años. Con éstos datos se realizará el estudio de factibilidad de la línea de producción.

I. Análisis económico.

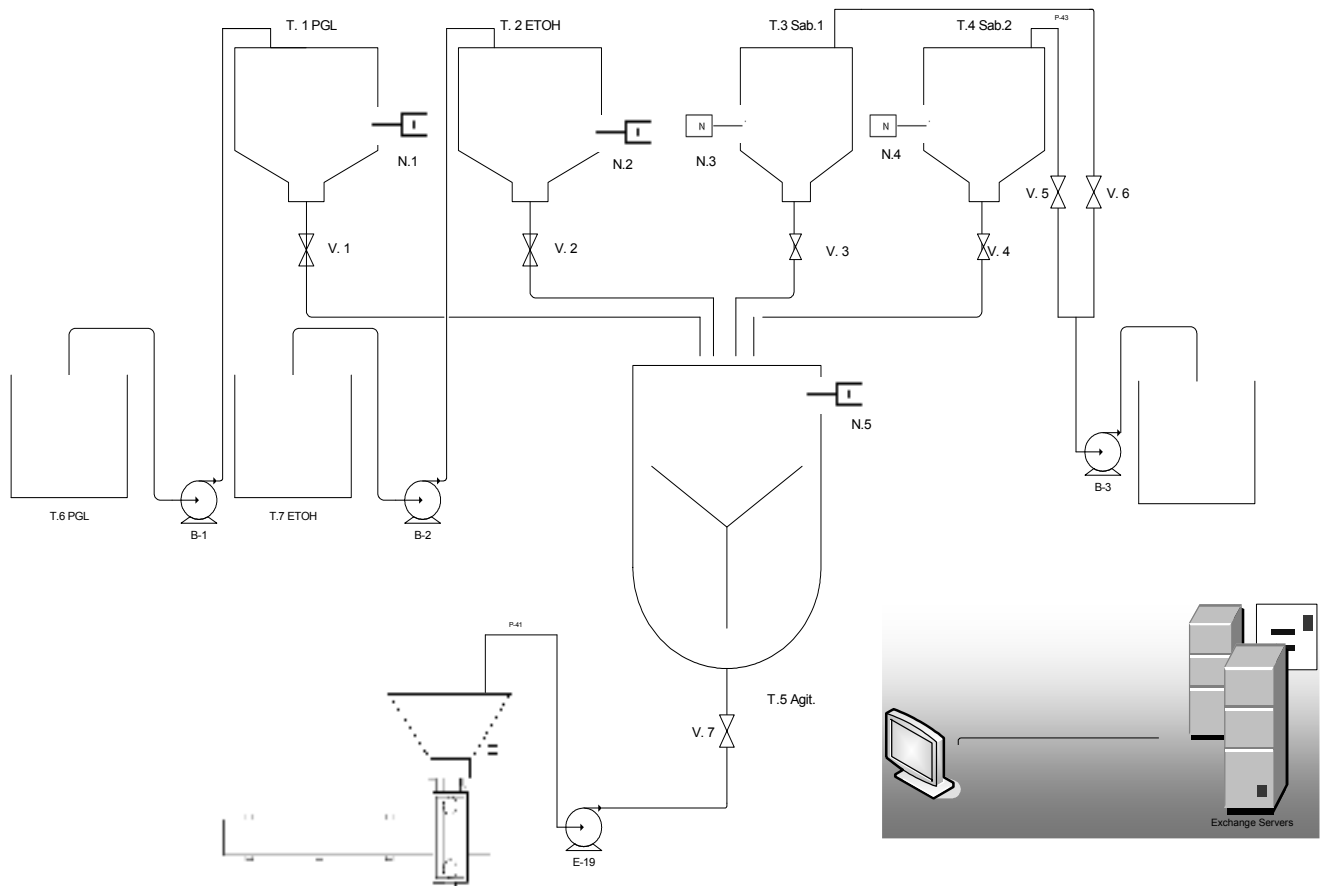
Con el precio unitario necesario establecido, se realizará el análisis económico donde se obtendrá la tasa de retorno de la inversión total. El análisis se realizará en un plazo de diez años.

VII. RESULTADOS

A. Diseño de la línea de producción

Figura No. 1

Diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales.



Sistema PLC integrado

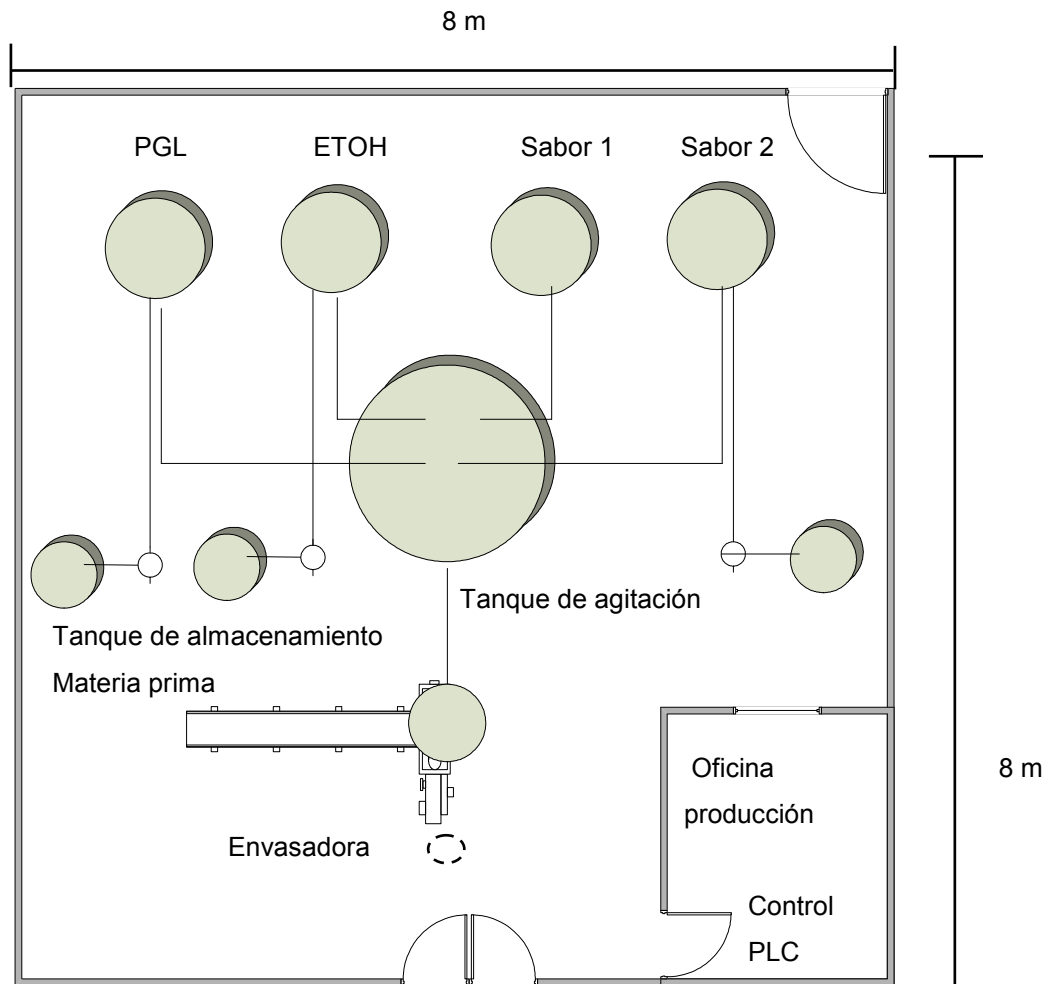
Los tanques de almacenamiento, PGL, ETOH, y sabores, están colocados a una mayor nivel que el tanque de agitación, de ésta manera al realizar las aperturas automatizadas de las válvulas, se obtendrá un flujo por gravedad. Los tanques serán colocados en un sistema de racks metálicos diseñados específicamente para soportar tanques de almacenamiento.

B. Área para el desarrollo del diseño.

Para realizar la línea de producción se consta con un área establecido dentro de la empresa, la cual tiene un área total de 64 m². En la figura siguiente se observa un diagrama de la posición del equipo en el área de producción de sabores artificiales.

Figura No. 2

Esquema del área para el montaje del diseño de la línea de producción de sabores artificiales.



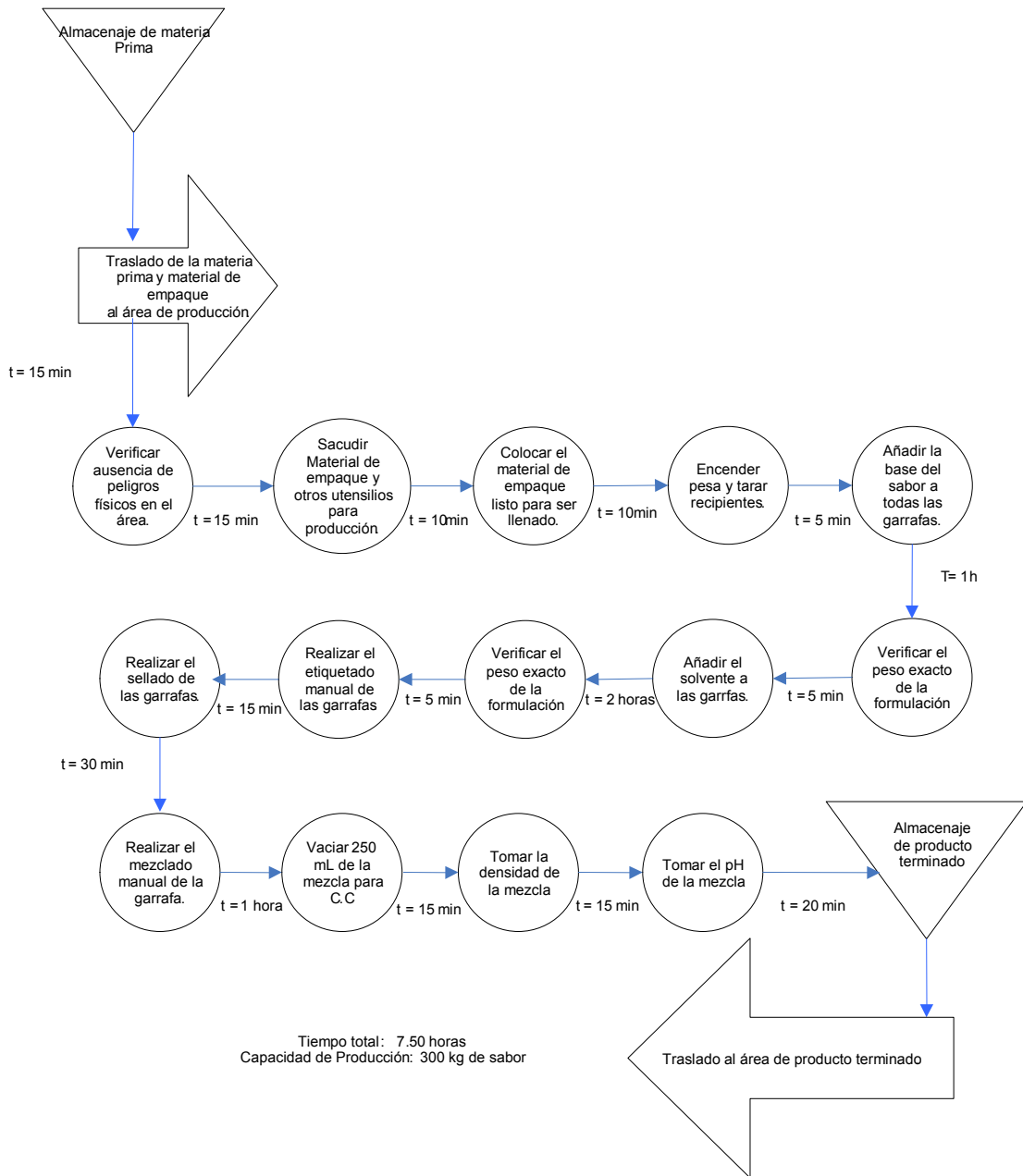
En la figura se observa que el cuarto de producción consta con dos ingresos. En la parte posterior del área de producción se encuentra el ingreso de la materia prima y en la parte frontal se encuentra el área de despacho de producto terminado. Debido a que es un producto alimenticio tanto la materia prima como el producto terminado deben posar sobre una tarima para evitar el contacto con el piso, donde se encuentra la mayor concentración de bacterias.

C. Flujo de proceso y tiempos de operación para la línea actual.

Figura No 3.

Diagrama de operación para la línea actual de producción de saborizantes artificiales.

Flujo de procesos

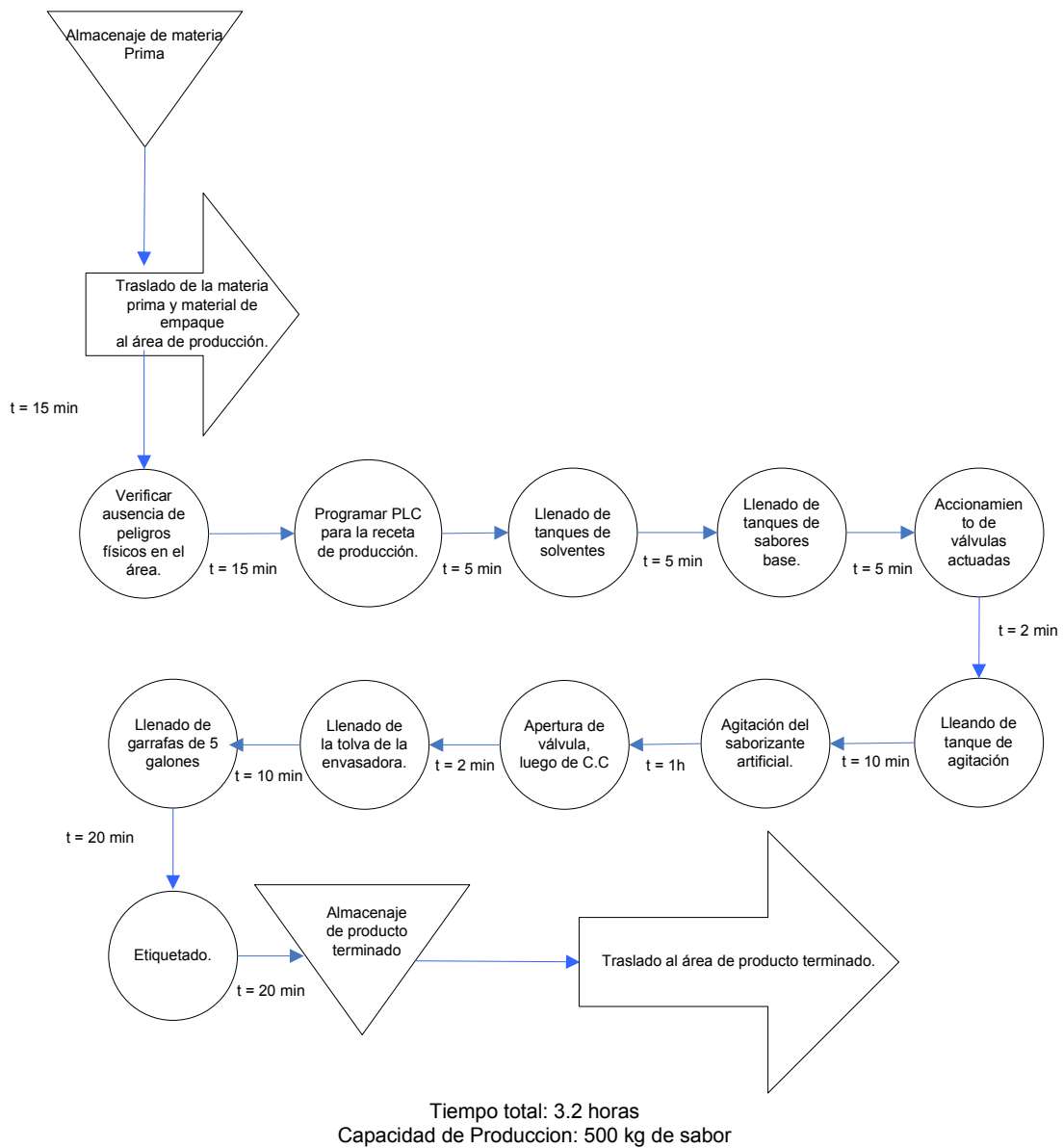


D. Flujo de proceso y tiempos de operación para el diseño propuesto.

Figura No 4.

Diagrama de Operación del diseño propuesto de producción de saborizantes artificiales.

Flujo de procesos



E. Procedimiento de producción

Antes de comenzar el procedimiento de producción se debe verificar que el procedimiento de limpieza e higiene se halla llevado a cabo de forma eficiente. El primer paso de producción de los sabores artificiales es verificar las existencias de las materias primas para la producción del lote completo. Esta verificación se debe realizar para la producción mensual, y antes de comenzar la operación de mezclado se debe constatar que se cuente exactamente con la cantidad de producto necesario para realizar la producción. Entonces se debe revisar el peso de las materias primas.

Luego de esta verificación, se realiza la alimentación de los sabores base en las tolvas almacenadoras de sabor. Los solventes también deben ser ingresados a los tanques de almacenamiento específicos para solventes. Esta operación es automática, al seleccionar el tipo de producto y cantidad a producir en la pantalla del sistema PLC, por medio accionamiento mecánico automático se activan una serie de válvulas las cuales dan ingreso tanto al sabor como a los solventes hacia el tanque principal de mezclado.

Una vez los ingredientes han sido introducidos en el tanque de mezclado, se programa de inmediato la agitación del producto. De igual forma, por ser un proceso automatizado, el tiempo y revoluciones por minuto del agitador han sido seleccionados con anterioridad. Un buen procedimiento es verificar que dichos parámetros de mezcla se estén cumpliendo. Luego que el tiempo de mezclado ha sido alcanzado, el control de calidad en el sitio (sensor de densidad y pH) activan las válvulas de salida del tanque para alimentar la envasadora. Esta operación comienza únicamente cuando el tiempo de mezclado se ha alcanzado.

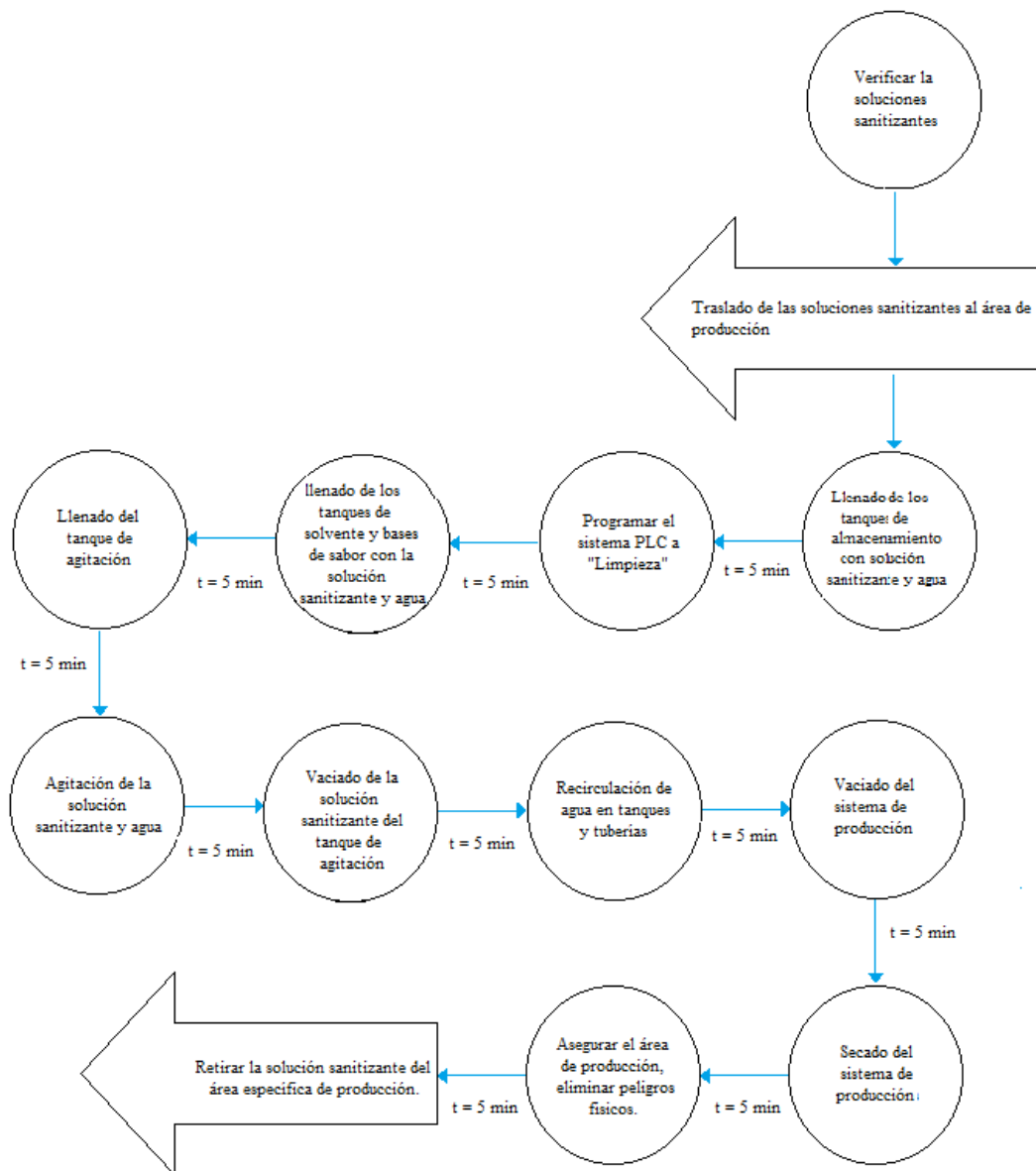
Luego, la envasadora toma aproximadamente 40 minutos para obtener el producto terminado. El proceso más lento de la operación de empaque es el llenado de la tolva de la envasadora. De igual forma en todos los tanques del proceso se cuenta con un sistema de medición de nivel, para evitar derramamientos y cargas poco eficientes para la producción.

Una vez obtenido el producto terminado, un operario debe realizar el transporte del producto hacia el departamento de bodega. No pasa por un área de cuarentena debido a que el producto ya ha sido analizado y liberado antes de su empaque. El producto debe estar siempre colocado sobre tarimas, para evitar la contaminación. Los resultados del análisis de control de calidad son reportados en un certificado de análisis el cual se entrega al cliente.

F. Diagrama de flujo para el procedimiento de limpieza.

Figura No. 5

Diagrama de flujo del procedimiento de limpieza.



G. Procedimiento de limpieza

El sistema de limpieza CIP (clean in place) es un sistema bastante eficiente, en donde no se consume demasiada agua y se puede aseverar que todas las partes del equipo han sido desinfectadas de manera adecuada. De igual forma se recomienda realizar una inspección al terminar el procedimiento de limpieza.

El funcionamiento del sistema CIP está de igual forma programada como un método de producción específico, en donde los tanques de almacenamiento tanto de los sabores como de los solventes son alimentados por la solución de limpieza específica. Por lo regular el agente de limpieza debe tener los iones cuaternarios de yodo para garantizar una desinfección, también se pueden utilizar soluciones de cloro o para no realizarlo a altas concentraciones se puede utilizar dióxido de cloro. Los tanques serán alimentados de la misma manera que cuando se realiza un lote de producción, solo que en vez de que se esté bombeando el solvente y el sabor, se hace re circular la solución de limpieza. El último paso de la limpieza es hacer pasar agua para lavar el líquido de limpieza, debido a que no puede estar presente en la superficie de los tanques al realizar la producción.

Por último, dos operarios son encargados de secar las áreas superficiales, y de limpiar los tanques de alimentación de los sabores y los solventes, de esta forma poder reemplazar la solución de limpieza por los respectivos sabores y solventes. Los operarios deben también verificar que el área de producción esté en condiciones aceptables. Deben verificar que el piso, y ambiente esté libre de partículas de polvo o suciedad que se pueda haber acumulado. Es recomendable hacer un formato de limpieza, en donde se puede comprobar que se está realizando el procedimiento de limpieza de forma ordenada y continuamente. Este formato debe detallar los procedimientos específicos de limpieza, y poner de encargado a un operario y a un supervisor, para el monitoreo de la limpieza.

H. Selección de equipo

Tabla 2. Resumen detallado de equipo requerido.

Equipo	Cantidad	Especificación
Agitador	1	Agitador de hélice, motor 100 RPM
Tanque de almacenamiento	7	Acero Inox. 316, capacidad de 500 kg (128 galones)
Tanque de agitación	1	Acero Inox. 316, capacidad de 500 kg.
Bomba centrífuga	4	Diámetro Impulsor 6" Diámetro de succión 4" Potencia de 70 HP.
Tubería	-	Acero Inox. 316, diámetro 6"
Válvulas actuadas	7	De acero inoxidable, con conexión a PLC.
Envasadora	1	Llenado neumático, 2 garrafas por minuto.
PLC	1	Micrologix 1100, con panel view plus.

I. Cumplimiento con BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)

Algunas de las normativas de las buenas prácticas de manufactura que se aplicaran al diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales son las siguientes, ver el inciso M. del área de Marco Teórico para un análisis más detallado de BPM para el cumplimiento del diseño de la línea propuesta.

- La desinfección de áreas superficiales en contacto con el producto, así como la desinfección de las manos del personal. Esto se puede llevar a cabo mediante la instalación de un lavamanos activado por pedal.
- Evitar el contacto de producto rechazado con el producto terminado, de ésta forma evitar la contaminación cruzada de los productos.
- El área de producción es totalmente restringido al personal, y si se reciben visitantes, estos deben ser proveídos de cubre botas y una redecilla para evitar la contaminación por la caída de cabello.
- Los pisos deben permanecer totalmente limpios, en donde se recomienda utilizar una inclinación hacia los tragantes o reposadera, de ésta manera evitar el estancamiento de aguas residuales de producción.
- Utilizar el método de cero esquinas, de ésta manera realizar una limpieza sin problema y evitar la acumulación de polvo.

Además del cumplimiento de las BPM's, el producto final debe ser aprobado por la FDA (Food and Drug Administration). Los sabores artificiales han sido aprobados por dicha institución desde los años 60, y únicamente se han realizado ampliaciones a dicha aceptación, debido al incremento de las variedades y aplicaciones de los sabores artificiales.

J. Análisis económico

Para determinar que tan rentable es el proyecto del diseño se realizó el estudio de flujo de caja a un período de 10 años.

Tabla 3
Análisis económico del proyecto

Inversión inicial	Tiempo de recuperación	TIR	Utilidades netas
Q. 830,376.50	1.68 años	79.08%	Q. 506,900.00

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante este trabajo se realizó el diseño de la línea de producción de sabores artificiales para una empresa que actualmente fabrica dicho producto. Se puede observar cómo los sabores artificiales aumentan en popularidad, y que son utilizados con mayor frecuencia en la industria alimenticia. Los sabores artificiales satisfacen a la industria cárnica, de repostería, lácteos, de bebidas cítricas, de bebidas carbonatadas, de yogurt, y de helados, etc. Debido a la gran aplicación de los sabores artificiales en la creciente industria alimenticia en Guatemala, hace de los sabores artificiales un negocio totalmente rentable y amigable con el medio ambiente, ya que no requiere del uso de reactivos dañinos para el medio ambiente y la salud.

Todos los diseños comienzan con una idea inicial o una necesidad lo cual no fue excepción para este diseño de la línea de sabores artificiales. Actualmente el mercado de los sabores artificiales en Guatemala no ha tenido el desarrollo adecuado, ya que son pocas las empresas que se dedican a dicha producción en el país.

Para realizar la producción de sabores artificiales se debe realizar la mezcla de la base del sabor con el solvente más adecuado. Los solventes utilizados son el propilenglicol (PGL) y el etanol (ETOH). Estos solventes son utilizados por varias razones, una de ellas es que la base del sabor (componentes aromáticos) es arrastrada sin ningún problema a la hora de realizar una mezcla. En otras palabras la base del sabor es perfectamente soluble en ambos solventes. Otra característica que hace de estos solventes los más adecuados para la producción de sabores artificiales son su aceptación por la FDA (Food and Drug Administration) y por su alta polaridad, son solubles en agua. Ver Tabla No.1 para las propiedades del propilenglicol y etanol.

Se puede observar que las propiedades entre ambos solventes son distintas. La diferencia más importante es la densidad, ya que la densidad del etanol es de 0.7905 kg/L y la del propilenglicol es de 1.038 kg/L. Esta diferencia es aparentemente despreciable, pero es de suma importancia a la hora de realizar el envasado del producto. Debido a que el etanol es menos denso que el agua, las presentaciones de empaquetado de los sabores artificiales con solvente de etanol serán de 17.0 kg por garrafa, mientras que para los sabores artificiales con solvente de propilenglicol serán de 20.0 kg.

La FDA debe aprobar todo los componentes de un alimento para ser apto para el consumo humano. Debido a la concentración alcohólica de la mezcla (cuando se utiliza etanol) se debe realizar una dosificación que no exceda el 12% del producto final. Para los sabores artificiales no existe problema con la dosificación, debido a que la dosis recomendada para el uso del sabor artificial no excede el 0.1% de la producción. En cuanto al cumplimiento de las BPM's (Buenas prácticas de manufactura) se deben cumplir todas las observaciones que se encuentran en el Marco Teórico, índice M. Todo esto se realiza para poder obtener un producto apto para consumo humano.

A la hora de llevar a cabo una producción con propilenglicol o con etanol, la potencia del sabor varía en cuanto a los rastros de alcohol perceptibles por el olfato. Debido a la vinculación del sentido del olfato con el gusto, al percibir un aroma característico de alcohol, se obtendrá automáticamente un sabor distinto a que si el sabor artificial fuese hecho con propilenglicol. Actualmente se hacen una serie de pruebas para determinar cuál de los solventes utilizar, generalmente cuando se realiza una distribución a empresas farmacéuticas, es necesario llevar a cabo la producción de saborizante artificial con propilenglicol, debido a la aplicación de jarabes o expectorantes para niños.

La idea del diseño de la nueva línea de producción de saborizantes artificiales surgió a partir de la necesidad de aumentar la capacidad de producción y el tiempo de despacho de dichos productos. Actualmente la empresa en estudio realiza una producción promedio de de 300 kg de saborizante artificial, y el tiempo de entrega es de 24 horas, utilizando aproximadamente 8 horas para la producción. Debido al crecimiento de las ramas de la industria alimenticia, la empresa debe realizar un crecimiento también, por lo que se hará un aumento de capacidad de producción y una disminución en el tiempo de despacho, colocando a la empresa de nuevo a un nivel competitivo. La nueva línea de producción (ver Resultados, inciso A) llevará a cabo una producción tipo batch o lote, en donde cada lote tiene una capacidad de 500 kg de saborizante artificial, obteniendo una producción de 2,000 kg de saborizante al día. Para obtener la producción anual de la línea de producción se tomará que el año constará de 247 días, en donde se han restado los fines de semana y los días festivos, en los cuales no operara la línea de producción.

Con los días establecidos, se obtiene la producción anual de 494,000 kg de saborizante artificial al año. Se tiene establecido que con dicha producción se podrá satisfacer la demanda del mercado nacional y del mercado en El Salvador, Honduras y Nicaragua, en donde la empresa también posee instalaciones de distribución. Actualmente se realiza una producción con base a pedido, pero con la nueva línea de producción se obtendrá producción en stock, lo que significa que habrá producto para satisfacer un pedido fuera de la proyección mensual.

El método actual utiliza la formulación porcentual basada en el peso de la materia prima, no siendo así para el nuevo método diseñado el cual será por flujo mediante la activación de válvulas actuadas. (Ver Resultados, inciso C). Se observó en los resultados que el flujo de operación del método actual tiene un tiempo total de 8 horas, con una capacidad de producción de 300 kg de saborizante artificial, mientras que con la nueva línea de producción se tiene un tiempo total de 3.5 h por batch, obteniendo así una capacidad de 2000 kg al día.

De acuerdo a la capacidad de producción por batch, se realizó la selección de equipo. Por ejemplo para poder almacenar los solventes y las bases de los sabores se tomara en cuenta que los tanques de solventes deben almacenar a lo máximo el 90% de la producción del lote, la cual es de 450 kg para ambos solventes. Para realizar un análisis económico más exacto, se hizo el estudio con cuatro sabores, de los cuales dos serán producidos con el 90% de etanol, y los restantes dos con el 90% de propilenglicol. Los tanques para almacenar las bases de los sabores serán de menor tamaño, debido a que deben almacenar una menor cantidad, el 10% de la producción por batch, 50 kg de la base del sabor. El tanque de agitación tendrá las mismas dimensiones que los tanques de almacenamiento de solventes, debido a que almacena la producción total de 500 kg de sabor. Las dimensiones de los tanques de almacenamiento y del tanque de agitación para el diseño fueron de 1m de diámetro por 1m de altura y el material será acero inoxidable. Los tanques estarán colocados a un metro de altura de la descarga hacia el tanque de agitación, debido a que el flujo de los solventes y sabores descenderá por gravedad, evitando así el uso de una bomba centrífuga.

Para el diseño se cuenta con el área actual de producción de sabores artificiales, la cual tiene un área total de 64 m² con una altura de 3.5 m. (ver inciso B de los resultados). Para el cuarto de producción no se realizará ninguna construcción extra, solo se realizara un acomodamiento, para obtener un área apta para la producción de un producto alimenticio.

Debido a que el diseño consta de la formulación porcentual, no utilizarán sensores de peso y se reemplazará por válvulas actuadas eléctricamente para permitir el flujo. Las válvulas serán de acero inoxidable también, y serán de tipo diafragma debido a que en el proceso se requiere únicamente la apertura y cerrada de la válvula. Con el uso de las válvulas actuadas se realiza una optimización de costos debido a que el precio de las celdas de peso, como su instalación son sumamente caros, no así para las válvulas actuadas. Para la producción se cuenta con un sistema inteligente PLC, en donde las válvulas, bombas centrífugas y sensores de nivel y el agitador serán integrados para poder realizar la producción de sabores artificiales de una manera más eficiente, pues se obtendrá una mayor capacidad y el tiempo de entrega es menor.

Para obtener un producto homogéneo se debe realizar un mezclado eficiente el cuál se realiza mediante el uso de un tanque de acero inoxidable. El tanque no posee esquinas y cuenta con una base a desnivel, para evitar la acumulación del saborizante artificial. Además del tipo de tanque seleccionado se utilizó como agitador uno de tipo hélice, de ésta manera poder realizar un mezclado más eficiente. Debido a las características del agitador, se formará un flujo axial, dando como resultado un producto homogéneo en un menor tiempo. El tiempo de mezclado será de 60 minutos por batch, y una vez terminada la agitación, se inspeccionarán los sensores de pH y densidad y una vez estos cumplan con los rangos establecidos por ambos sensores, se activará la válvula actuada en la base del tanque de agitación, permitiendo así realizar el proceso final de envasado. Luego de la válvula de salida del tanque se encuentra una bomba centrífuga, la cual alimentará la tolva de la envasadora, la cual tendrá un medidor de nivel alto y nivel bajo, para poder accionar o detener la bomba centrífuga en caso de que la tolva estuviese llena o en el nivel bajo.

La selección de la envasadora fue más complicada, debido a que se debe seleccionar una envasadora que sea fácilmente programable y así poder modificar el contenido por envase. Debido a que la presentación será de 5 galones, se realizará un llenado de 10 segundos por galón, por lo que la envasadora realizará el llenado de 5 galones en 50 segundos, obteniendo así para la capacidad de 500 kg (128 galones), un tiempo total de envasado de 1,280 segundos los cuales equivalen a 20 minutos.

Al tomar como promedio media hora por envasado de saborizante artificial se tardará 120 minutos (2 horas) envasar 2000 kg de sabor. Debido al pequeño volumen de los tanques almacenadores, y al llenado de las bombas centrífugas, se estima un tiempo aproximado de 5 minutos para llenar los tanques de almacenamiento de propilenglicol y etanol, y otros 10 minutos para el llenado del tanque de agitación. Por lo tanto se obtiene un tiempo total de producción de 500 kg de saborizante artificial en 125 minutos o su equivalente de 2.08 horas. Entre cada batch se realizará el proceso de lavado, el cual de igual forma como esta especificada la receta en el sistema inteligente PLC para cada sabor, se ingresará una receta en donde se utilice agua como agente de limpieza. Como procedimiento extra, una vez se ingresa el agua por los tanques de sabores base vacíos, los operarios deberán agitar los tanques con limpiadores especiales, y rociarlos con un sanitizante de superficies (amonio cuaternario) para asegurar la limpieza de estos. Como parte de la receta, luego de que se ha alimentado agua, se activará la válvula del tanque de etanol para arrastrar los componentes aromáticos del sabor del lote anterior. Luego de que se ha dejado pasar suficiente alcohol, se debe realizar el secado en caso de que el siguiente lote se prepare a partir de propilenglicol. Este procedimiento de limpieza tomará aproximadamente una hora y media por lote, teniendo un total de 3.5 horas para realizar las limpiezas del día.

Se tiene entonces una jornada de producción de 8 horas al día para la producción de 2000 kg de saborizantes artificiales.

Además de la creciente demanda como justificación del diseño, se obtendrá un producto de mayor calidad, en donde se realizará la medición de densidad y pH mediante el uso de sensores en sitio en el tanque de agitación. Ambos sensores serán integrados de igual forma al sistema inteligente PLC, para activar la válvula en la descarga del tanque de agitación, y así lograr el envasado. Un factor de error que se está disminuyendo es el humano, ya que la manipulación de las materias primas será mediante el sistema inteligente y programable PLC. Se debe tener cuidado en el ingreso de las formulaciones de las recetas en el PLC, debido a que ésta es ingresada manualmente y puede ocurrir un error humano.

Una de las razones que justifican la inversión, es la Taza Interna de Retorno (TIR) obtenida por el flujo de caja, en el análisis económico. Se obtuvo una TIR de 79.08% con un tiempo de recuperación de la inversión inicial de 1.68 años. Durante el flujo de caja se realizaron las estimaciones de ingresos, costos, depreciación, y utilidad neta. El análisis se hizo para un período de estudio de 10 años, en donde en el quinto años se realiza una nueva inversión de equipo, debido a la vida útil recomendada de éstos.

Se obtuvo una Inversión Inicial de Q. 830,376.51, la cual no será obtenida por préstamo, más bien por una inversión de capital propio, evitando así el pago de intereses. Se ha realizado el estudio y se ha observado que actualmente la empresa está en la posición para invertir esta cantidad, y al observar la TIR tan elevada, es un suficiente motivo para la inversión. Para obtener esta inversión inicial, se tomó en cuenta el costo de los equipos necesarios para llevar a cabo la producción, entre ellos los tanques de almacenamiento, el agitador, la envasadora, las bombas centrífugas, la tubería y las válvulas. A todo el equipo se le estimó el precio, mediante el precio en aduana, por lo que se añadió el 12% del IVA, el 5% de arancel y otros índices (Marshal y Swift) para obtener el precio real del equipo puesto en la planta. Además se calculó mediante el uso de porcentajes de inversión obtenidos de *Peters*, Tabla No. 4, en donde se asume un porcentaje de la inversión de equipo para asumir costos de instalación eléctrica, tuberías, acondicionamiento de bodega e instalación del equipo.

Para el diseño se tomó un precio promedio por kilogramo de sabor, el cuál fue de Q. 80.15 por kilogramo de saborizante artificial. Para obtener la utilidad neta se realizó la resta de ingreso total por año (basada en la producción de 494,000 kg de saborizante al año) y se le restaron los costos fijos y los costos variables de producción. Los costos variables, son aquellos que dependen de la producción, como la materia prima, utilitarios, costos de energía, mientras que los costos fijos son aquellos que son independientes de la

producción, como los costos de mano de obra y las inversiones de equipos auxiliares para la producción como racks, tarimas, agentes de limpieza, etc.

Debido a que el producto es alimenticio, las condiciones de operación deben ser las más asépticas posibles, de esta manera evitar la contaminación del producto. (Ver inciso D, de los resultados). Para el diseño se tomó en cuenta el uso de un lavamanos de pedal, para evitar el contacto con las manos, y luego del lavado con jabón desinfectante, se aplica una capa de gelatina con alcohol, para deshacerse de bacterias que puedan estar presentes en las manos.

Teniendo en cuenta la alta rentabilidad del proyecto y a la creciente demanda del producto se recomienda llevar a cabo la idea de expansión y actualización de la empresa productora de saborizantes artificiales.

IX. CONCLUSIONES

1. Se debe realizar una Inversión Inicial de Q. 830,376.50 para llevar a cabo el diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales.
2. El diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales es rentable debido a una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 79.08%.
3. Durante el flujo de caja se obtiene una ganancia de Q. 506,900.00 al año, y se incrementa mediante la aplicación del 6% de inflación.
4. El tiempo para producir un lote de 500 kg (128 galones) de saborizante artificial mediante el diseño de la línea de producción se redujo a 3.2 horas.
5. Se realizó el diseño de la línea de producción de saborizantes artificiales con una capacidad de 494,000 kilogramos de sabor al año.

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la dilución del concentrado o sabor base al 10% de la producción total para obtener resultados satisfactorios en cuanto a la potencia del sabor.
2. Se recomienda llevar a cabo las pruebas de pH y densidad, para verificar un mezclado eficiente, asegurando así, una mezcla homogénea.
3. Se recomienda hacer una prueba organoléptica del sabor mediante el uso de un panel, para determinar que éste ha sido producido bajo las condiciones adecuadas y se obtiene una potencia de sabor deseada y agradable.
4. Se recomienda realizar un lavado después de cada producción, para asegurar el buen funcionamiento del equipo de producción.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Henry, Heath. 1978. *Flavor technology: profiles, products, applications*. Westport Connecticut. Avi publishing company, Inc. 420 págs.

Leahy Martin; ,L. Russel. 1995. *Fruit Flavors, biogenesis, characterization, and Authentication*. Washington, DC. American Chemical Society. 291 págs.

Leland, John.; M. Robert. *Flavor-food interactions*. 1996. American Chemical Society. Washington D.C. 235 págs.

Frank, Fischetti Jr. *The flavorist toolbox. The science in artificial flavor creation*. 2007. Copyright FKS, Inc. 2002. 245 págs.

McCabe, Warren L: Julian C. Smith: Peter Harriot. 2002. *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*, 6ª. Edición. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C.V 1200 págs.

Perry, John. 1963. *Chemical engineer's handbook*. 4a edición. McGraw Hill USA

Singh R. Paul, Heldman Dennis R. 1993 *Introduction to food Engineering*. 4 ed. Editorial Academic Press. USA. 415 pp.

XII. APÉNDICE

A. Cálculos

1. Cálculo de las dimensiones del tanque de agitación. Para determinar las dimensiones del tanque de agitación se tomo como parámetro, las condiciones ideales para un tanque agitado. Ver página 10. En donde se deben cumplir las siguientes afirmaciones.

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{j}{D_t} = \frac{1}{12}$$
$$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

Debido a que la altura del tanque (H) es igual al diámetro del tanque (Dt), se obtiene la ecuación de volumen siguiente.

$$V = \frac{4D^3}{\pi} \quad \text{Ecuación No. 1}$$

Conociendo la densidad del sabor utilizando como solvente propilenglicol, ($\rho = 1.034 \text{ kg/m}^3$) El volumen correspondiente a 500 kg de sabor es:

$$500 \text{ kg} \left(\frac{1 \text{ L}}{1.034 \text{ kg}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) = 0.483 \text{ m}^3$$

Para el etanol ($\rho = 0.7905$) se obtiene de la misma forma un volumen de 0.6325 m^3 .

Para determinar las dimensiones del tanque de agitación, se tomo como volumen total a almacenar como si la dilución fuese hecha con el 90% de etanol, de ésta manera poder cubrir la solución que ocupará más volumen, por tener una menor densidad.

De la ecuación No. 1 se despeja para el diámetro (D), utilizando el volumen de $v = 0.6325 \text{ m}^3$.

$$D = \sqrt[3]{\frac{\pi V}{4}} = \sqrt[3]{\frac{\pi(0.6325 \text{ m}^3)}{4}} = 0.792 \text{ m}$$

Para evitar cualquier tipo de derrame, se utilizara un tanque de almacenamiento con un diámetro de 1m, al igual que 1m de altura.

2. Cálculo de las dimensiones del agitador.

Para determinar las dimensiones del agitador, se despeja el diámetro total del agitador (Da) de las afirmaciones al inicio.

$$\frac{Da}{Dt} = \frac{1}{3}$$

$$Da = \frac{Dt}{3} = \frac{1 \text{ m}}{3} = 0.33 \text{ m}$$

De la misma forma se calcula la distancia E, a la que se debe posicionar el agitador del fondo del tanque de agitación, la cual también es de 0.33 m del fondo.

Para determinar el largo de la hélice del agitador se despeja L de la ecuación

$$\frac{L}{Da} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{Da}{4} = \frac{0.33 \text{ m}}{4} = 0.083 \text{ m}$$

De donde se obtiene que el largo de cada hélice debe ser de 8.33 cm.

Para determinar el grosor de cada hélice, se despeja W, de la siguiente ecuación.

$$\frac{W}{Da} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{Da}{5} = \frac{0.33}{5} = 0.066 \text{ m}$$

De donde se obtiene que el grosor de cada hélice del agitador debe ser de 6.6 cm.

Al cumplirse las dimensiones calculadas del agitador, se obtendrá un mezclado eficiente. Para la producción de saborizantes artificiales se realizará una mezcla de 1 hora, de esta manera obtener una solución homogénea.

B. Selección de equipo

Para la selección se tomarán en consideración aspectos como la capacidad, material de construcción, tiempo de vida útil, y el costo del equipo. La mayoría del equipo seleccionado para montar la línea de producción se encuentra en Guatemala, pues existen empresas distribuidoras que importan maquinaria, como la envasadora. Una de estas empresas es *Maquinsa*, ubicada en la zona 1 del centro de la ciudad capital.

1. Agitador. Se utilizará un agitador de tipo hélice, la cual tendrá las siguientes dimensiones. La longitud del aspa del agitador tendrá 8.6 cm, teniendo un diámetro total de 33 cm. El agitador será colocado, luego del ingreso de las materias primas, en la parte del centro del tanque de agitación, de esta manera obtener un flujo radial y obtener un remolino en la parte central del tanque. El agitador estará posicionado a 33cm del fondo del tanque.

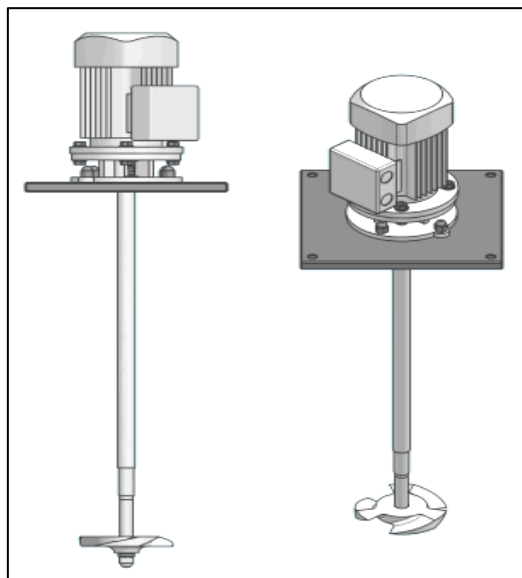
Figura No. 6

Agitador de hélice



Figura No. 7

Sistema de agitación, para un tanque cerrado.



2. Tanque de almacenamiento. El tanque utilizado para el diseño de la línea de producción será de acero inoxidable. Tendrá como dimensiones, 1m de alto por 1m de diámetro. El tanque luego de ingresar las materias primas será cerrado para evitar el escape de los compuestos orgánicos volátiles. Los tanques que serán colocados a un mayor nivel, estarán puestos sobre una estantería metálica, la cuál tiene una escalera metálica para poder tener acceso a ellos.

Figura No. 8

Tanques de almacenamiento con agitador, acero inoxidable.



3. Bomba centrífuga. Para la selección de la bomba se partió del conocimiento del volumen a desplazar y de la viscosidad baja del fluido el cuál será de 128 galones y 200 cP respectivamente. Se hará pasar el fluido a una velocidad de 6.4 galones por minuto. La bomba será de acero inoxidable 316, tendrá un diámetro de impulsor de 12 pulgadas, el diámetro de succión será de 6 pulgadas, el diámetro de la descarga será de 2 pulgadas. La potencia del motor de la bomba será de 50HP.

Figura No. 9

Bomba centrífuga



4. Tubería. Para la selección de tubería se realizará un análisis de flujo, en donde 6.4 galones por minuto de sabor pasaran a través de las tuberías. También por tratarse de un producto alimenticio, las tuberías seleccionadas serán de acero inoxidable. La distribución de la tubería será aérea, para evitar la interrupción del proceso con éstos. El diámetro de la tubería será de 4 pulgadas, para coincidir con el diámetro de descarga de las bombas centrífugas.

Figura No. 10

Tubería de acero inoxidable



5. Válvulas con actuador. Debido a la necesidad de realizar producciones por formulación porcentual, la válvula de diafragma es la más recomendada para el uso en la línea de producción de sabores artificiales. Se observa que al lado de la bomba se encuentra el actuador, el cual se encuentra unido a la válvula por separado, pero siempre manda una señal digital de salida al PLC. La válvula tendrá el mismo radio por dentro, de esta manera evitar el roce con el material, evitando así las pérdidas por fricción.

Figura No.11

Válvulas de acero inoxidable, con actuador.



6. Envasadora. Es un equipo especialmente diseñado para el llenado en forma automática de garrafas con líquidos fluidos o de baja viscosidad. Posee una cinta de alimentación automática de entrada, con posicionamiento neumático en estación de llenado y una tolva de alimentación y mesa de salida. El tubo dosificador desciende hasta el fondo del envase para producir el llenado subsuperficial y así evitar el espumado. Luego, el tubo se retira y el empujador carga una nueva garrafa para recomenzar el ciclo, de ésta manera, la función del operario se limita solo a la carga de garrafas vacías y luego retirar los llenos. El llenado se realiza mediante una bomba centrífuga con paletas y cuerpo de acero inoxidable, que permite obtener una producción de 1 a 2 garrafas por minuto, dependiendo del volumen a llenar. La característica que sobresale de la envasadora es que es fácilmente adaptable a distintos formatos y contenidos por garrafa.

Figura No. 12

Envasadora automática



7. Sistema de limpieza. Sistema de 3 tanques con CIP (Limpieza-en-sitio) de Gel Liquid Processing que utiliza tecnología de válvula de doble asiento (en este caso se usaron válvulas de Tuchenhagen). El sistema e limpieza constará del uso de microquat, y aplicarlo en las superficies del tanque agitación luego de su producción. Luego como parte de la receta ingresada por el PLC, se lavara el tanque con solución de etanol, de ésta forma garantizar la total inocuidad del equipo antes de utilizarlos.

8. PLC. Para la utilización del PLC (programable) se utilizara el Micrologix 1100, y un panel view plus para llevar a cabo el control del proceso de producción de sabores artificiales. Para determinar la capacidad de éste procesador, se realizó una tabla en donde se analiza el equipo en la línea, y se determinan cuales son los que reciben órdenes del PLC y cuales envían información a éste.

Figura No. 13

PLC, Micrologix 1100 y el panel View plus.



9. Sensores de pH. El sensor de pH, proporcionado por Mettler-Toledo, es un sensor que se posiciona dentro de la tubería. El sensor está conectado al sistema inteligente PLC, para poder activar la válvula de llenado. El sensor posee como ventaja la movilización para desmontaje o reubicación, es adaptable a ambientes corrosivos, a temperaturas de hasta 130°C.

Figura No. 14

Sensor de pH, Mettler Toledo



10. **Sensores de densidad.** Este sensor de densidad permite la medición de lodos de todo tipo, con un amplio rango que va entre los 600 g/L y los 2000 g/L. Su sensor diferencial de estado sólido de última generación posee compensación de temperatura, pudiendo operar en las condiciones climáticas más adversas, los materiales empleados para su construcción (acero inoxidable, fundición de aluminio, polipropileno) son resistentes a los agentes químicos presentes en la inyección. La morsa de fijación ajustable permite el fácil montaje en todo tipo de piletas.

Figura No. 15
Sensor de densidad



C. **Costo de equipo.** Los costos de los equipos se determinaron mediante el uso de internet, y se aplicó el índice de Marshall y Swift, el porcentaje de IVA y arancel, para determinar el costo real, puesto en planta.

Tabla 4.

Costo de equipo requerido para el montaje del diseño de la línea propuesta de sabores artificiales.

Descripción	Costo Q
Tanque (Acero Inoxidable) de 80 galones	32,607.17
Tanque (Ac.Inox) de 50 galones	2,646.68
Válvula neumática actuada	1,950.00
Bomba centrífuga	6,240.00
Envasadora-etiquetadora	19,500.00
Medidor de nivel	2,340.00
Agitador	5,070.00
Compresor	15600.00
Sensor de pH (en línea)	1,677.00
Sensor de densidad (en línea)	3,900.00
PLC	42,120.00
HMI	23,400.00
Tubería (acero Inox).	1,900.00

D. Descripción de flujo de caja

Para determinar el monto de ingresos se calculó el precio de venta de los sabores en dilución y tomando en cuenta la capacidad de 494,000 kg/año, del primer año, se obtiene el ingreso anual. Los ingresos aumentan un 6% de inflación anual, obteniendo así el ingreso del año siguiente.

Los costos variables incluyen los costos de las bases de los sabores así como de los solventes a utilizar. Además se tiene también el costo del agua potable utilizado para la limpieza del sistema. Se usó un costo de imprevisto de un 15% del valor total de la inversión inicial.

Para el cálculo de los costos fijos se incluyó el sueldo del personal contratado para el funcionamiento de la planta. Se incluyen además costos de mobiliario y equipo, baños y vestidores, utilitarios de limpieza y servicios externos (control de plagas y análisis microbiológicos). Para el análisis de flujo de caja, no se realizó el cálculo de intereses debido a que se realizó un pago único como inversión inicial y no mediante un préstamo o financiamiento. La inversión inicial se determinó mediante la suma total del costo de la maquinaria necesaria para montar la nueva línea de producción, así también como el costo de instalaciones eléctricas, acondicionamiento de bodegas e instalación del equipo.

La depreciación se calculó mediante el uso de la tasa de depreciación SMARC de todo el equipo requerido para la producción, debido a que el período de tiempo en estudio es de 10 años, por lo que se utiliza $n = 10$.

La utilidad antes del impuesto es el valor neto de la inversión, los ingresos menos los costos variables, costos fijos y depreciación. El impuesto se calculó al obtener el 31% (ISR) del valor de utilidad antes del impuesto. La utilidad neta se determinó al restar el impuesto de la utilidad antes del impuesto. El flujo de caja es obtenido al sumar la utilidad neta más la depreciación.

E. Flujo de caja

Tabla 5.

Flujo de Caja para el diseño propuesto de la línea de producción de sabores artificiales.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		Q39,591,630.00	Q41,967,127.80	Q44,485,155.47	Q47,154,264.80	Q49,983,520.68	Q52,982,531.92	Q56,161,483.84	Q59,531,172.87	Q63,103,043.24	Q66,889,225.84
COSTOS VARIABLES		Q37,986,450.66	Q39,972,228.90	Q42,362,348.34	Q44,895,874.90	Q47,581,413.00	Q50,428,083.34	Q53,445,553.84	Q56,644,072.53	Q60,034,502.28	Q63,628,357.76
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS		Q880,585.38	Q933,420.50	Q989,425.73	Q1,048,791.28	Q1,111,718.75	Q1,178,421.88	Q1,249,127.19	Q1,324,074.82	Q1,403,519.31	Q1,487,730.47
INTERESES											
DEPRECIACIÓN		Q22,353.52	Q40,236.33	Q32,189.06	Q25,751.25	Q20,609.94	Q16,474.54	Q14,641.55	Q14,641.55	Q14,641.55	Q14,641.55
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		Q702,240.44	Q1,021,242.07	Q1,101,192.33	Q1,183,847.37	Q1,269,778.98	Q1,359,552.16	Q1,452,161.25	Q1,548,383.97	Q1,650,380.10	Q1,758,496.05
IMPUESTO		Q217,694.54	Q316,585.04	Q341,369.62	Q366,992.68	Q393,631.48	Q421,461.17	Q450,169.99	Q479,999.03	Q511,617.83	Q545,133.78
UTILIDAD NETA		Q484,545.90	Q704,657.03	Q759,822.71	Q816,854.68	Q876,147.50	Q938,090.99	Q1,001,991.26	Q1,068,384.94	Q1,138,762.27	Q1,213,362.28
DEPRECIACIÓN		Q22,353.52	Q40,236.33	Q32,189.06	Q25,751.25	Q20,609.94	Q16,474.54	Q14,641.55	Q14,641.55	Q14,641.55	Q14,641.55
COMPRA DE EQUIPO						Q360,905.75					
VENTA EQUIPO											
AMORTIZACIÓN											
PRESTAMO											
INVERSIÓN INICIAL		Q830,376.51									
FLUJO DE CAJA		Q830,376.51	Q506,899.42	Q744,893.36	Q792,011.77	Q842,605.93	Q854,565.63	Q855,851.69	Q1,016,632.82	Q1,083,026.49	Q1,153,403.82
VALORES ACTUALES		Q429,575.78	Q534,970.81	Q482,042.82	Q434,606.77	Q234,225.71	Q353,601.18	Q319,146.49	Q288,126.38	Q260,041.89	Q234,627.90
VALOR ACTUAL DEL FLUJO		Q3,570,965.72									
VALOR ACTUAL NETO		Q2,740,589.21									
ABILIDAD EXIGIDA/TASA ACTUALIZA		0.18									
TIR		0.7908	79.0790%								

F. Período de recuperación

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	Q797,616.51	Q403,935.72	Q39,212.35	Q527,128.85	Q1,063,085.04	Q1,305,924.91	Q2,126,814.33	Q3,017,726.57	Q3,983,414.92	Q5,028,365.98	Q6,157,335.55

Punto de equilibrio = 1.91 años.

