

Estudio de factibilidad técnica para el establecimiento de un proceso industrial en la elaboración de grageas de almendra con chocolate amargo

Technical feasibility study for the establishment of an industrial process for the production of almond dragees with dark chocolate

AngelJosue Gutiérrez-Vázquez*; Lidia Buenrostro-Torres; Daniel Reyna-Rodríguez; Tania Elizabeth Rogero-Pasillas.

Licenciatura en Ciencias de los Alimentos, Departamento de Salud Pública, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez N° 2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco, C.P. 45110. *Correo-e: angeljosue.gutierrez8636@alumnos.udg.mx

Recibido: 14/feb/2024 Aceptado: 20/mar/2024 // <https://doi.org/10.32870/rayca.v5i5.77>

ID 1er Autor: *AngelJosue Gutiérrez-Vázquez* / ORC ID: 0009-0003-9283-4204

ID 1er Coautor: *Lidia Buenrostro-Torres* / ORC ID: 0009-0005-5124-6312

ID 2do Coautor: *Daniel Reyna-Rodríguez* / ORC ID: 0009-0003-7492-1056

ID 3er Coautor: *Tania Elizabeth Rogero-Pasillas* / ORC ID: 0009-0003-6459-2914

Resumen

El presente artículo parte del supuesto de que una empresa productora de cacao también elabora grageas de chocolate. Con el objetivo de realizar un estudio de escalamiento de un proceso industrial en la elaboración de grageas de almendra con chocolate amargo, se hizo una revisión bibliográfica acerca del desarrollo técnico del proceso, considerando la maquinaria necesaria y los cambios físicos y bioquímicos que se producen en la elaboración del producto. Se revisó la literatura sobre el comportamiento del mercado de la industria chocolatera, así como de las materias primas necesarias para la producción de la gragea (azúcar, cacao y almendra). Comprender los cambios en cada etapa del proceso es crucial para garantizar la calidad del producto. Si bien la realización de este estudio es una aproximación a lo que se necesita para emprender una empresa chocolatera, es importante realizar estudios de mercadotecnia y viabilidad financiera para asegurar el éxito en la producción y comercialización.

Palabras clave: Chocolate, almendra, cacao, azúcar, proceso, gragea.

Abstract

This article assumes that a cocoa producing company also manufactures chocolate dragees. In order to carry out a scale-up study of an industrial process in the production of almond dragees with bitter chocolate, a literature review was carried out on the technical development of the process, considering the necessary machinery and the physical and biochemical changes that occur in the production of the product. The literature on the market behavior of the chocolate industry was reviewed, as well as the raw materials necessary for the production of the dragee (sugar, cocoa and almonds). Understanding the changes that occur at each stage of the process is crucial to ensure product quality. Although this study is an approximation of what is needed to start a chocolate company, it is important to conduct commercial and financial feasibility studies to ensure success in production and marketing.

Keywords: Chocolate, almond, cacao, sugar, process, dragee.

Introducción

Las grageas son productos de confitería que constan de un centro ya sea de almendra, avellana, cacahuete, frutos secos, chocolate o incluso de algunos tipos de azúcares molidos, que posteriormente son recubiertos con una capa protectora elaborada a partir de azúcar o chocolate. Dependiendo del uso de aditivos, está cubierta puede ser abrigantada u opaca (Duque, 2021).

Se considera chocolate amargo al producto homogéneo elaborado a partir de pasta de cacao y azúcar sin refinar, que presenta al menos un 40 % de masa en masa (m/m) en base seca de los sólidos totales del cacao (Secretaría de Economía [SE], 2014)

La accesibilidad de materias primas en México, como el azúcar, cacao y frutos secos, contribuye a mantener costos competitivos y fortalecer la industria local. De manera que se favorece la rentabilidad de la producción de grageas.

Por otro lado, en una encuesta realizada en 10 países distintos, por Almond Board of California, para conocer la preferencia de consumo de chocolate alrededor del mundo, se vio que el 65 % de los encuestados consideran que vale la pena pagar más por un chocolate que tiene almendra; El 76 % de los encuestados mexicanos busca almendras en el chocolate porque mejoran la calidad nutricional del producto (Bahena, 2023).

Mercado del producto

El consumo de chocolate en México durante el año 2021 tuvo un consumo per cápita de 6,2 g, mientras que, en el año 2022, tuvo un leve ascenso, logrando llegar a los 6,4 kg. La industria chocolatera en México es una de las principales contribuyentes a la economía nacional con un estimado de 26 millones de dólares tan solo en el año 2021; la mayor

parte de la producción y venta de chocolate se destina al consumo local con un 75,7 %, mientras que para la exportación se destina el 24,3 % (Redacción The Food Tech, 2023). El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), reporta que la tasa de rentabilidad que tiene la industria chocolatera es de un 27 %.

Las materias primas principales para la elaboración de las grageas, son el cacao, azúcar y almendra. En México la producción de cacao oscila entre 24,000 y 27,000 toneladas anuales utilizadas principalmente para la elaboración de chocolate, dentro de los principales productores de cacao, México ocupa el decimotercer lugar, exportando principalmente a Estados Unidos, aunque a pesar de esto, dentro de la producción de cacao existe un déficit de abastecimiento a nivel local, por lo tanto, se recurre a importar cacao de otros países (INEGI, 2021).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), señalan que, en México, la producción de azúcar de caña ronda alrededor de las 5,792,000 toneladas (SADER y SIAP, 2023).

En México, la producción de almendras es tan baja que su siembra no aparece en los anuarios estadísticos de la producción agrícola (SIAP, s.f.), por otro lado, INEGI (2023), reporta tan solo dos casos de cultivo de almendras. En la bibliografía consultada, se menciona que solo se cultiva en la Costa de Hermosillo y otras pequeñas extensiones de modo que este fruto seco se necesita importar de Estados Unidos y España (Prensa InfoAgro, 2023).

Cálculo de la demanda del producto

Mediante la aplicación de la fórmula “cálculo de la demanda” (Figura 1) se realizó un estimado de producción de las grageas con

almendra cubiertas de chocolate semiamargo, con base en la siguiente proporción de

ingredientes: 40 % cacao, 40 % almendra y 20 % azúcar.

$$\begin{aligned}
 \text{Demanda} \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] &= \left[\text{Consumo Per cápita} \right] \left[\text{Zona Geográfica} \right] \left[\text{Segmento de mercado} \right] \left[\text{Participación en el mercado} \right] \left[\frac{1}{\text{Campaña}} \right] \left[\frac{1}{\text{Jornada diaria}} \right] \\
 \text{Demanda} \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] &= \left[0.75 \text{ kg/Hab} \cdot \text{año} \right] \left[8,607,470 \text{ Hab} \right] \left[0.83 \right] \left[0.025 \right] \left[\frac{1 \text{ año}}{320 \text{ días}} \right] \left[\frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \right] = \boxed{52.32 \text{ kg/h}}
 \end{aligned}$$

Figura 1. Cálculo de la demanda

Para obtener el valor de las variables necesarias, se realizó una búsqueda bibliográfica (cuadro 1), excepto para obtener la participación en el mercado, esta última se estimó utilizando la matriz de porcentaje de participación en el mercado (Cuadro 2), una herramienta que muestra 13 escenarios posibles en los que se puede ubicar a una empresa en fusión del número de competidores que tiene, el tamaño de los competidores y la similitud que presentan los productos de los competidores con los de la empresa.

Consultando los datos pertinentes en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Productivas (DENUE, s.f.), se logró identificar que el escenario 5 es el que define la participación del mercado a nivel estatal del producto objeto de este estudio. En dicho escenario el porcentaje de participación presenta un rango de 0,5 a 5 %, donde 0,5 %

representa al peor escenario posible, el 2.5 % al escenario real y el 5 % al escenario ideal. Tras el cálculo de la demanda se estima que, por cada jornada de 8 horas se podrían producir 52.32 kg/h de producto.

Cuadro 1. Variables para el cálculo de la demanda

Variable	Valor numérico
Consumo per cápita	750 g/año
Zona geográfica	Jalisco, donde se registran 8 millones 607 mil 470 habitantes.
Segmento de mercado	De 10 a 60 y más años acotando a 7,176,819 millones de habitantes (83,37 %).
Participación en el mercado	2,5 % = 0,025
Campaña	320 días
Jornada	8 horas

Instituto de Información de Estadística y Geografía de Jalisco, 2022, 2023; Machorro, 2021

Cuadro 2. Matriz de porcentaje de participación en el mercado

Escenario	Tamaño de los competidores	Cantidad de competidores	Similitud de los productos	Porcentaje de participación
1	Grandes	Muchos	Similares	0 – 0,5
2	Grandes	Algunos	Similares	0 – 0,5
3	Grandes	Uno	Similares	0,5 – 5
4	Grandes	Muchos	Diferentes	0,5 – 5
5	Grandes	Algunos	Diferentes	0,5 – 5
6	Grandes	Uno	Diferentes	10 – 15
7	Pequeños	Muchos	Similares	5 – 10
8	Pequeños	Algunos	Similares	10 – 15
9	Pequeños	Muchos	Diferentes	10 – 15
10	Pequeños	Algunos	Diferentes	20 – 30
11	Pequeños	Uno	Similares	30 – 50
12	Pequeños	Uno	Diferentes	40 – 80
13	Sin competencia	Sin competencia	Sin competencia	80 – 100

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo técnico del proceso

Con el fin de estimar cuánta materia prima es necesaria para producir 52,32 kg/h de producto, se realizó un balance de materia apoyado en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 2.

Selección de los granos de cacao

Los granos de cacao considerados a utilizar son del tipo criollo, una variedad que destaca por su menor contenido de antocianinas, cualidad que se aprovecha para obtener chocolates de sabor y olor suave y dulce. La cosecha de las vainas de cacao se realiza tan pronto estén maduras, pues es esencial que los frutos no maduren demasiado, ya que, a mayor madurez, mayor probabilidad de infectarse con microorganismos, además, los granos podrían germinar. Es importante no cosechar vainas verdes porque no son aptas para la etapa de fermentación, por lo tanto, lo más adecuado es realizar la cosecha cuando presenten un color amarillento.

En México, la cosecha mayor ocurre entre marzo y agosto, en este periodo la recolección debe hacerse cada semana, por otro lado, la cosecha menor ocurre de octubre a febrero, en este periodo la recolección se debe realizar cada dos semanas. Es importante considerar que la cosecha se debe llevar a cabo utilizando tijeras y/o horquillas especiales, pues jalar la vaina con la mano puede dañar al árbol y perjudicar las futuras cosechas (Arvelo et al., 2017).

Partidura de la vaina

Una vez cosechada una cantidad suficiente de vainas, estas se rompen para poder extraer los granos. Se recomienda cortarlas en un lapso de dos días después de la cosecha, ya que se corre el riesgo de generar pérdidas por enfermedad. Para garantizar la calidad de los granos, también se recomienda clasificar las vainas según su grado de madurez, tamaño y cualquier señal de enfermedad o daño (Arvelo et al., 2017).

Separación de granos

Inmediatamente después de la partidura, se extraen los granos de cacao, los cuales estarán envueltos en mucílago, una pulpa blanca y carnosa que servirá como sustrato para que se dé la fermentación del grano, y en hilo, una placenta que une los granos a la mazorca de cacao (Arvelo et al., 2017; Lozano et al., 2009).

Escurrido

En esta etapa se elimina el hilo, así como también pedazos de cáscara, hojas y palos. Esto se hace con el uso de tamices. Se busca que tras este proceso los granos luzcan con un color blanco uniforme, brillante y sin impurezas (Arvelo et al., 2017).

Fermentación

El grano de cacao se coloca en cestas o cajones especiales de madera, con orificios que permitan el lixiviado del mucílago; la fermentación se lleva a cabo durante 5 o 7 días para asegurar la obtención de granos de cacao con buena calidad (Arvelo et al., 2017; Asociación Bean to Bar Chocolate, 2023).

La fermentación del grano tiene varias etapas y objetivos, como inactivar el embrión de las semillas para impedir que germinen, facilitar la eliminación del mucílago y crear compuestos aromáticos (aminoácidos libres, azúcares reductores y péptidos) que serán precursores en las siguientes etapas del proceso para la obtención del sabor característico que presenta el chocolate.

Durante todo el proceso de fermentación es indispensable voltear los granos, mezclándolos para asegurar el calentamiento uniforme (deben mantenerse a una temperatura próxima a los 55 °C), y además permitir el completo lixiviado de la pulpa generado por los microorganismos durante la fermentación

(Arvelo et al., 2017; Guerrero, 2018; López-Navarrete y Hernández-Gómez, 2018).

Cabe mencionar que los microorganismos que llevan a cabo la fermentación son parte de la microbiota de la vaina de cacao y también de la que llegan a aportar las manos obreras, de tal manera que son numerosos los microorganismos que se ha detectado que participan en la fermentación, sin embargo, a continuación, se destacarán los que tienen mayor presencia en cada fase de la fermentación (Arvelo et al., 2017).

En la primera etapa participan levaduras debido a que les favorece el pH bajo (de entre 3,3 y 4) provisto por el mucílago, así como también los carbohidratos (pectina, glucosa, fructosa y sacarosa). En las primeras 24 horas domina *Hanseniaspora guilliermondii*, y durante las 38 horas siguientes *Saccharomyces cerevisiae* y *Pichia membranaefaciens*. En esta primera fase las levaduras transforman los azúcares del mucílago en etanol; degradan la pectina, lo que ayuda a que el mucílago se desprenda; se elimina parte del ácido cítrico, disminuyendo la acidez, también se consume el oxígeno, creando un ambiente anaeróbico que favorece la siguiente etapa de la fermentación (Arvelo et al., 2017; López-Navarrete y Hernández-Gómez, 2018).

En las 48 y 96 horas siguientes la actividad de la levadura se inhibe por aireación, concentración de alcohol e incremento de pH, lo que desencadena el crecimiento de bacterias lácticas, donde destacan *Lactobacillus spp*, *Leuconostoc pseudomesenteroides* y *Pediococcus acidilactici*. En esta fase, se fermentan los carbohidratos residuales, produciendo etanol, y se continúa el consumo de ácido cítrico (Arvelo et al., 2017; Guerrero, 2018).

Posterior a esto inicia una tercera fase, donde intervienen bacterias acéticas, principalmente *Gluconobacter oxydans*,

Acetobacter aceti y *Acetobacter pasteurianus*, estos microbios transforman etanol en ácido acético, una reacción exotérmica que provoca la muerte del embrión (Arvelo et al., 2017).

Entre 48 y 60 horas después, se detecta la presencia de bacterias acéticas del género *Bacillus* como *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* y *B. megaterium*. Estos microorganismos contribuyen en el sabor con la producción de ácidos orgánicos como el 2, 3-butanodiol (Arvelo et al., 2017).

Al finalizar la fermentación se puede notar en los granos una pulpa producida por los microorganismos, un olor ácido y un cambio de color a café pardo (Bela, 2013).

Secado

Inmediatamente después de finalizar el fermentado se debe comenzar el secado, un tratamiento con calor donde se busca reducir el contenido de humedad para promover la muerte de los microorganismos. Después de este proceso el contenido de humedad debe ser de mínimo 6 % y máximo 7,5 %, si la humedad es menor, el grano se vuelve quebradizo, lo que hace difícil la obtención de un chocolate con buena textura. En cambio, si la humedad es mayor, favorece el desarrollo de mohos y acidez (Arvelo et al., 2017; Asociación Bean to Bar Chocolate, 2023).

Se pretende utilizar el secado en estufa, que consiste en colocar los granos en bandejas perforadas que se encuentran encima de un quemador que le suministra aire seco y caliente entre los 40 y 70 °C, durante aproximadamente 34 horas (Arvelo et al., 2017; Guerrero, 2018; Torroche y Villa, 2021).

Tostado

La producción de chocolate inicia en el tostado de los granos de cacao, que consiste

en reducir la humedad a un 3 o 2 %, facilitar el descascarillado, formar en el grano notas distintivas de sabor a chocolate y reducir la posible microbiota restante. El tostado es un tratamiento térmico en un rango de temperatura de entre 110 y 140 °C, durante 2 horas (Asociación Bean to Bar Chocolate, 2023; Guerrero, 2018; Lozano et al., 2009).

Las altas temperaturas promueven la generación de reacciones de Maillard entre los azúcares (glucosa y fructosa) y aminoácidos (leucina, fenilalanina, valina, alanina e isoleucina) presentes, que finalizan en la formación de compuestos aromáticos heterocíclicos relacionados al sabor característico del chocolate, como son las procianidinas, pirazinas, pirroles, piridinas, furanos y tiazoles (Guerrero, 2018; Sandoval, 2020).

Atemperación

Una vez finalizado el tostado, los granos deben alcanzar la temperatura ambiente para detener las reacciones bioquímicas. Tras alcanzar la temperatura ambiente se recomienda dejar reposando los granos al menos 20 min para asegurar que la pérdida de agua hinche la cascarilla y facilitando el desprendimiento (Celi y Tinizaray, 2020).

Descascarillado

En esta etapa se obtienen las semillas de cacao, se utiliza una máquina equipada con rodillos que aplastan los granos y desprenden la semilla, la cual cae a un sistema tamizador que la recolecta, separándola de la cáscara (Ames, 2019; Lozano et al., 2009).

Molienda

Es un proceso de dos etapas, donde las semillas de cacao entran a un primer molino, cuya presión y fricción rompen las paredes celulares de la semilla, suspendiendo sus

partículas en la manteca que se libera, esta primera pasta tiene una finura del 90 %, para obtener una finura del 99 %, se utiliza el segundo molino, a una temperatura de entre 65 y 70 °C para obtener una pasta con un característico olor y sabor amargo provisto por los compuestos volátiles de la semilla de cacao (Cienfuegos-Jovellanos, 2016; Lozano et al., 2009; Plúa, 2008).

Obtención de pasta de cacao

La pasta se almacena en un tanque de acero galvanizado para su enfriamiento. Una vez que la temperatura de la pasta se encuentre entre 41 y 45 ° C, se procede al mezclado. Cabe mencionar que para este punto se ha obtenido un producto libre de microorganismos (Lozano et al., 2009; Plúa, 2008).

Mezclado con azúcar

Ya que en este estudio se busca producir un chocolate amargo, la adición de azúcar ayuda a suavizar la percepción amarga de los compuestos aromáticos del cacao, consiguiendo así el sabor característico de este tipo de chocolate. Este proceso se realiza con ayuda de una amasadora que fusiona la pasta y azúcar al vacío, a una temperatura de 60 a 70 °C (Cienfuegos-Jovellanos, 2016; Velasteguí, 2010).

Refinación

En esta fase se reduce el tamaño de las partículas no grasas, de manera que no sean perceptibles al paladar. La mezcla pasa entre rodillos, que ejercen presión sobre ella. La compresión y la fricción reducen el tamaño de las partículas tanto de cacao como de azúcar. Se repite el proceso varias veces hasta obtener un fluido de chocolate homogéneo (Arreaga, 2014; Asociación Bean to Bar Chocolate, 2023).

Conchado

En esta etapa se mejora el sabor y textura utilizando una conchadora que continúa triturando el chocolate. Este proceso se lleva a cabo durante 12 h, de tal manera que la continua temperatura y agitación reduce el tamaño de las partículas, obteniendo la textura y viscosidad característica del chocolate fluido. Durante este proceso la humedad disminuye hasta 0,6 %, asimismo, mediante su evaporación, compuestos volátiles no deseados (especialmente ácido acético) son eliminados. Al finalizar el conchado, se han formado los compuestos aromáticos relacionados al sabor del chocolate, especialmente polifenoles (Acevedo et al., 2017; Jácome, 2015; Mera, 2023; Valverde, 2019).

Templado

Para obtener un chocolate sólido de textura homogénea, se procura controlar el polimorfismo de los lípidos, una propiedad que tienen algunas grasas para formar distintas celdas cristalinas que en conjunto forman un sólido, estas celdas tienden a presentar distinta morfología y tamaño, por lo que en el proceso de templado, la masa de chocolate se trata térmicamente para producir cristales de grasa altamente estables y homogéneamente dispersos, que formen una red microhomogénea óptima para formar un chocolate sólido con todas las características deseadas de color, textura y brillo, dicho tratamiento consta de 3 etapas (Rodríguez, 2020; Rincón y Herrera, 2013).

1- Fusión: se realiza en un rango de 45 a 50 °C, manteniendo líquido al chocolate, permitiendo que los cristales se reduzcan y dispersen.

2- Descenso de la temperatura a un rango de 28 a 29 °C: permite que los cristales se estabilicen sin solidificarse por completo.

3- Incremento de temperatura en un rango de 31 a 33 °C: Asegura la reducción de los posibles cristales que no se redujeron en la fusión. Después de esta fase el chocolate ya está listo para ser moldeado.

Selección de almendras

Nonpareil es la denominación comercial para aquellas almendras que presentan una semilla lisa que permiten un procesamiento sencillo para cualquier tipo de producto, por esta característica es la clase de almendra más utilizada en la industria (Fetta, 2017).

Incorporación de almendras y chocolate a los bombos para su redondeo

Se depositan las almendras y se activa la grageadora para que den vueltas. Es entonces cuando se añade poco a poco el chocolate a unos 40 °C dentro del bombo. Simultáneamente, circula aire frío que favorece la solidificación del chocolate. Para el redondeo, se sustituye el aire frío por caliente, entre 45 y 50 °C. Esto se hace para reblandecer la capa de chocolate para que las grageas, al chocar entre ellas y con las paredes del bombo, vayan tomando una forma redondeada. Como último paso se vuelve a colocar aire frío para que solidifiquen (Duque, 2021).

Atemperación

En la misma grageadora se deja enfriar el producto terminado en un rango de entre 15 a 17 °C, para pasar a su envoltura y etiquetado (Duque, 2021).

Envoltura y etiquetado

Las grageas pasan a una envasadora vertical (máquinas compuestas por balanzas computarizadas), en donde son envasadas al vacío en laminado según su presentación de peso neto (Duque, 2021; Pérez, 2020).

Almacenamiento y distribución

La temperatura ideal para almacenar este tipo de productos es de 15 a 18 °C. Para su distribución se pretende usar vehículos que permitan mantener al producto en el mismo rango de temperatura (Duque, 2021; Duran, 2018; Pérez, 2020).

Conclusiones

Para la producción de chocolate, así como de productos de confitería con chocolate, se necesita comprender a cerca de los cambios bioquímicos, fisicoquímicos y microbiológicos que suceden en cada etapa del proceso para poder llevarlos a cabo óptimamente, lo cual es indispensable, pues si en cada transformación por la que pasa la materia prima no se obtienen las características esperadas, el producto final presentará defectos en la textura y sabor.

Se observa que la producción de grageas de almendra con chocolate amargo es tardada, por lo que, comprendiendo los principios implicados en cada etapa del proceso, en estudios posteriores se puede buscar maneras de implementar procedimientos que permitan maximizar la productividad.

Considerar factores como la disponibilidad de las materias primas, la maquinaria y equipos necesarios es tan solo un primer paso para la elaboración de un plan de negocios, en este estudio se pudo calcular que si a partir de vainas de cacao desea producir 52,32 kg/h de mercancía cada jornada laboral, se necesitan 722,78 kg/h de vainas de cacao, también se pudo inferir la demanda y una buena aceptación del producto, pero se necesitan estudios adicionales de viabilidad financiera y mercadotecnia si se desea llevar a la realidad la producción de este alimento y asegurar el éxito en la producción y comercialización.

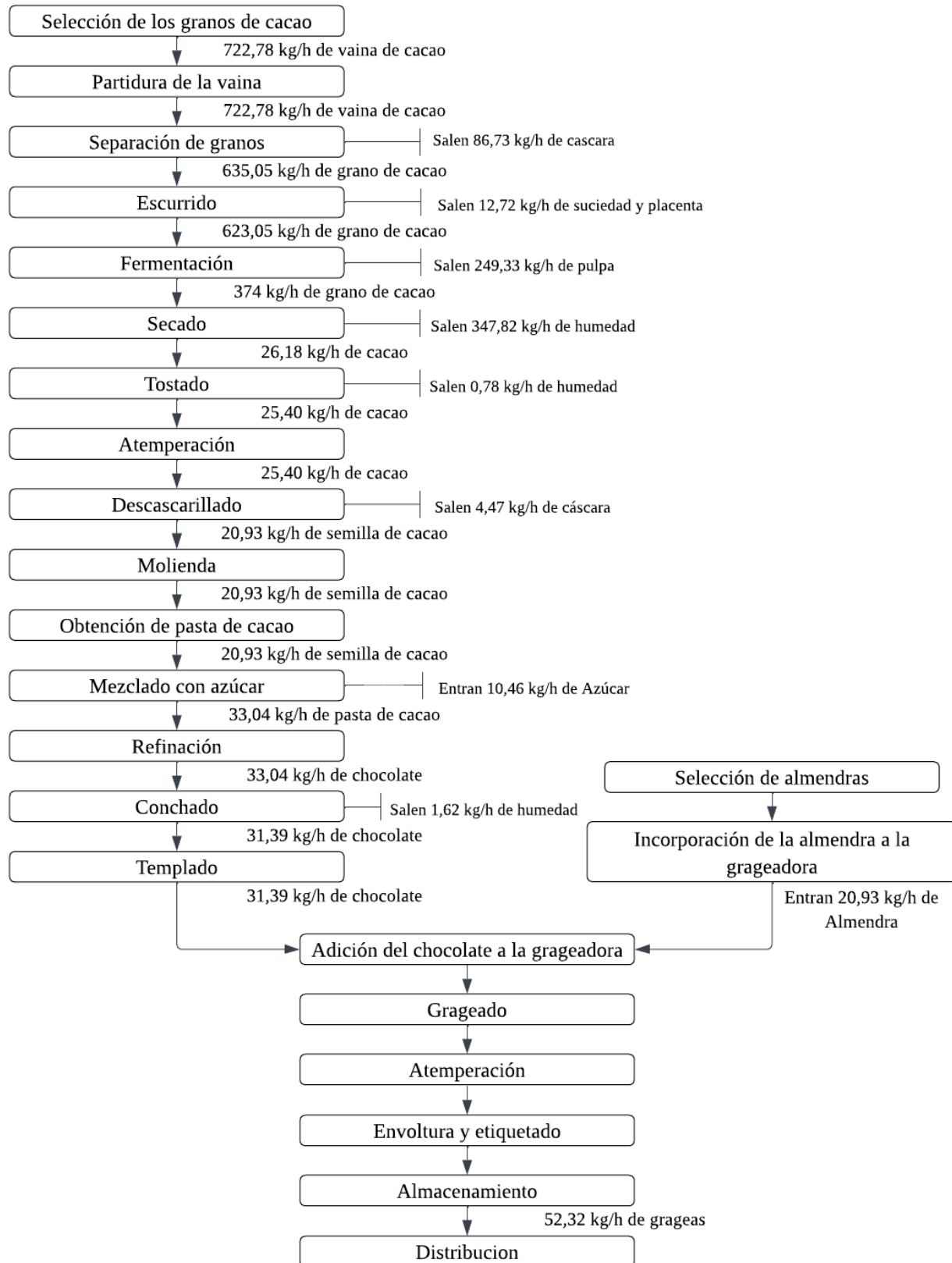


Figura 2. Diagrama de flujo con balance de materia para producir grageas de almendra con chocolate amargo

Referencias

- Acevedo, A.L.K., Mejía, D.D.P., Acosta, O.E.V., Valencia, G.W.G. y Penagos, V.L. (2017). Efecto de la temperatura del conchado sobre los polifenoles en un chocolate semi-amargo. *Revista Alimentos Hoy*, 25 (41), 31-50. <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2023/08/2017.-Efecto-de-la-temperatura-del-conchado-sobre-los-polifenoles-en-un-chocolate-semi-amargo.pdf>
- Ames, P.J.P. (2019). *Prototipo de diseño de máquina descascaradora de cacao*. [Tesis de ingeniería, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6093/2/IV_FIN_111_TI_Ames_Porras_2019.pdf
- Arreaga, A.J.C. (2014). *Diseño de un molino Industrial para la molienda y descascarado del cacao*. [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20081>
- Arvelo, S.M.A., González, L.D., Maroto, A.S., Delgado, L.T. y Montoya, R.P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6181>
- Asociación Bean to Bar Chocolate (19/06/2023). *Proceso de elaboración del Chocolate Bean to Bar*. Bean to Bar. <https://chocolatebeantobar.com/proceso-de-elaboracion-del-chocolate-bean-to-bar/>
- Bahena, L. (2023). *La almendra, el ingrediente más consumido en México*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/la-almendra-es-la-nuez-mas-consumida-en-mexico/>
- Bela, L.L.F. (2013). *Evaluación de tres tipos de secado en la calidad del grano de cacao (Theobroma cacao L.) en la estación experimental de Sapecho – La Paz*. [Tesis de ingeniería]. Repositorio Institucional de la Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4147>
- Celi, Z.J.A y Tinizaray, P.J.A. (2020). *Diseño y construcción de una máquina para remover cascarilla en granos de cacao seco para una producción de 25 kg / h*. [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18677/4/UPS%20-%20ST004525.pdf>
- Cienfuegos-Jovellanos, F.E.C. (2016). *Estudio del Contenido de Compuestos Bioactivos del Cacao y su Aplicación en la Obtención de un Ingrediente Rico en (Poli) fenoles para el Diseño de un Chocolate Enriquecido Duque*. [Tesis de doctorado, Universidad de Murcia]. DIGITUM Biblioteca Universitaria. <http://hdl.handle.net/10201/48095>
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. (S.F.). *Sistema de consulta DENU*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denu/default.aspx>
- Duque, C.M.C. (2021). *Prototipo de un grageo a partir de semillas girasol (Helianthus annuus) recubierto con chocolate para la empresa Prodelagro S.A.S*. [Tesis de ingeniería, Universidad De Pamplona]. Repositorio Dspace. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4862/1/Duque_2021_TG.pdf
- Duran B.G.C. (2018). *Análisis Distribución para la Conservación de Productos Fabricados a Base de Chocolate*. [Tesis de licenciatura, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional Uniminuto. https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7155/1/T.A_DuranBelloGloria_2018.pdf
- Fetta, V.X.L.N. (2017). *Aceptación sensorial de una bebida a partir de almendras dulces (Prunus dulcis)*. [Tesis de ingeniería, Universidad Le Cordon Bleu]. Repositorio ULCB. <https://repositorio.ulcb.edu.pe/bitstream/handle/ULCB/22/Tesis-Xiomara%20Fetta%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, B.L. (2018). *Extracción de los aromas de cacao por fluidos supercríticos y su incorporación en una película para su uso en alimentos*. [Tesis de maestría, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco A. C.]. Repositorio Institucional de CIATEJ. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/631/1/Lucia%20Guerrero%20Becerra.pdf>

- Instituto de Información de Estadística y Geografía de Jalisco. (2022). *La población infantil en Jalisco 2022-2025*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2022/04/D%C3%ADadelaNi%C3%B1ez2022.pdf>
- Instituto de Información de Estadística y Geografía de Jalisco. (2023). *Población de Jalisco a inicio del año 2023*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2023/01/FichaIniciodea%C3%B1o2023.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Colección de estudios sectoriales y regionales, Conociendo la Industria del Chocolate y la Confitería*. ASCHOCO. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/pr od_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nu eva_estruc/889463902409.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Estacional 2022*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/934/variable/F122/V5762?name=codigo>
- Jácome, L.W.D. (2015). *Diseño de una planta de elaboración de chocolate negro y chocolate con leche a partir de licor de cacao*. [Tesis de ingeniería, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/12608/1/CD-6670.pdf>
- López-Navarrete Ma. C., y Hernández-Gómez, E. (2018). El proceso de fermentación del CACAO (*Theobroma cacao* L.). *Agro Productividad*, 4(1). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/572>
- Lozano Alarcón, J., Castro Estrada, A., Espinosa Torres, P., Villanueva Lagar, J.I., y Tornero Applebaum, F., Miranda Cid, L.A. (2009). *Producción de Chocolate. Prácticas Seguras en el Sector Agroindustrial*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. 1a. Edición. https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac_seg/prac_chap/PS%20Produccion%20de%20Chocolate.pdf
- Machorro, J.C. (2021). *Fortalecer el valor económico y cultural del cacao: un reto para México*. Periodismo y ambiente. http://www.periodismoyambiente.com.mx/2021/09/03/fortalecer-el-valor-economico-y-cultural-del-cacao-un-reto-para-mexico/?fbclid=IwAR1wy8ONiGE1WC736kM09xqnTV4xkIyoKi0ITABt4W_oxX1wZe8ABZpxI5A
- Mera, V.M.M. (2023). *Estudio de la influencia de la molienda (conchado) en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura*. [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37904/1/CAL%20033.pdf>
- Pérez, Y.R.R. (2020). *Propuesta de diseño de distribución en línea con SLP para aumentar la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional de tesis y trabajos de Titulación de la UNMSM. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16019/Perez_yr.pdf?sequence=1
- Plúa, C.J.C (2008). *Diseño de una Línea Procesadora de Pasta de Cacao Artesanal*. [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11394/3/Tesis%20completa.pdf>
- PresnaInfoAgro. (2023). *Producción mundial de almendra*. Infoagro. <https://mexico.infoagro.com/produccion-mundial-de-almendra/>
- Redacción The Food Tech. (2023). *Chocolate: la golosina preferida por los “enamorados” en México*. The Food Tech <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/chocolate-la-golosina-preferida-por-los-enamorados-en-mexico/#:~:text=El%20valor%20de%20mercado%20de,28%20mil%20millones%20en%202021>
- Rincón, C.J.A. y Herrera, M.L. (2013). *Chocolate. Ciencia e investigación*, 63 (2), 55-62. <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/RevistasCel/tomo63-2/5-chocolate-Rev-N63-2-2013-5.pdf>
- Rodríguez, S.N.P. (2020). *Análisis del comportamiento térmico de la máquina de temperado para optimizar el procesamiento de chocolate*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31321>

- Sandoval, J.A.M. (2020). *Cambios fisicoquímicos durante el tostado artesanal del cacao: una contribución teórica para la transferencia social de conocimiento en La Vereda de Alto Guapaya, Meta*. [Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriano. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52089>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2023). *Escenario mensual de productos agroalimentarios, Azúcar*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/817518/Az_car_Marzo.pdf
- Secretaría de Economía. (2014). NOM-186-SSA1/SCFI-2013, Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. Métodos de prueba. *Diario Oficial de la Federación*, 17 de febrero de 2014. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5332832&fecha=17/02/2014#gsc.tab=0
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (s.f.). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Gobierno de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Toroche, N.M.D. y Villa, P.F.X. (2021). *Diseño de un equipo automatizado para el proceso de secado de cacao*. [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21412/1/UPS-CT009410.pdf>
- Valverde, A.M.C. (2019). *Determinación del tiempo óptimo de refinado-conchado de chocolate oscuro aplicando el método variación no significativa en cinética*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria la Molina]. BAN Biblioteca Agrícola Nacional. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4274/valverde-ayllon-maria-claudia-datos.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Velasteguí, A.V.A. (2010). *Desarrollo de la tecnología para la elaboración de chocolate de cobertura*. [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/873/3/AL421.pdf>