



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

LA HARINA FINA TOSTADA DE ALGARROBA COMO SUSTITUTO DEL POLVO DE CACAO: TECNOLOGÍA Y MERCADO

Gonzalo Pozo Barreda

Piura, 05 de Abril de 2009

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y Sistemas



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA



“La harina fina tostada de algarroba como sustituto del polvo de cacao:
tecnología y mercado”

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Gonzalo Pozo Barreda

Asesor: Dr. Ing. Gastón Cruz Alcedo

Piura, Enero 2009

A mi padre, que me enseñó el aprecio por la ciencia.

Al Dr. Gastón Cruz, por su apoyo y orientación.

Prólogo

La gran extensión de tierras fértiles en Piura hace que su potencial agroexportador y agroindustrial cobre cada vez más importancia, presentándose en este rubro un crecimiento sostenido para la economía del departamento.

El algarrobo (*Prosopis pallida*), es uno de los árboles más importantes de la zona. Está presente principalmente en los bosques secos a lo largo de toda la región. La algarroba, fruto de este árbol, después de un correcto tratamiento, resulta ser un alimento energético y proteico, tanto para el consumo humano (en forma de productos derivados) como para el consumo animal.

En este contexto surgió la idea de profundizar el estudio de un producto relativamente nuevo en el mercado, denominado harina fina tostada de algarroba. Este nuevo concepto tiene su raíz en un producto español ya existente y comercializado a gran escala a nivel internacional, el cual se trata de un producto del fruto del árbol conocido en España como algarroba o garrofa (*Ceratonia siliqua*, que es una especie distinta a la presente en el norte del Perú). El producto español es conocido como “carob powder” en el mercado internacional y se trata de una harina fina y tostada que ha logrado posicionarse como un excelente sustituto del polvo de cacao no solo por los bajos costos sino también por la gran ventaja de ser un producto mucho más saludable.

Se pretende en esta tesis, estudiar la harina fina tostada de algarroba (producida del fruto del *Prosopis pallida*, presente en el norte del Perú)

Lograr esta aplicación trae grandes beneficios tanto para productores de la algarroba como para industriales involucrados en su procesamiento en toda la región.

La harina fina tostada de algarroba, objeto de esta tesis, es un producto en fase de desarrollo industrial y es necesario realizar más estudios para descubrir su potencial, así como sus verdaderas oportunidades en el mercado nacional e internacional, en estos dos factores halla su validez el trabajo de investigación que se realizará en esta tesis.

Resumen

Este trabajo de investigación, está centrado en la utilización de la harina fina tostada de algarroba como un potencial sustituto del polvo fino de cacao

Se encontrará una revisión bibliográfica preliminar, donde se describe los antecedentes de la harina fina de algarroba tostada así como del polvo fino de cacao, revisando las materias primas y procesos de fabricación. También una reseña acerca de la industria galletera y la utilización de los productos en este rubro.

En la parte experimental las pruebas realizadas fueron tanto de caracterización como de utilización de los productos en la elaboración de galletas de chocolate. Los resultados son expuestos y discutidos siempre con orientación a la factibilidad de una sustitución. Todas las pruebas han sido de carácter comparativo.

Se comprobó que no es factible una sustitución total del polvo de cacao por harina de algarroba tostada sin que se vea afectado el sabor de la formulación utilizada, igualmente los saborizantes y colorantes artificiales utilizados en la formulación de la galleta ayudaron considerablemente a aumentar los porcentajes de sustitución.

El análisis comercial expuesto en este trabajo, para la harina fina tostada de algarroba, está orientado a sus oportunidades como sustituto del polvo fino de cacao. Los resultados obtenidos demostraron que no es posible lograr una sustitución total. Si bien se logra una sustitución parcial exitosa (imperceptible al consumidor final), que se puede incrementar con el uso de saborizantes artificiales, los niveles alcanzados no son atractivos tanto para reducción de costos como para mejoramiento del valor nutricional del producto final.

Es posible que la aplicación en otro tipo de producto obtenga mejores resultados, sin embargo es importante el mejoramiento de la harina fina tostada de algarroba básicamente en el aspecto organoléptico (mejoramiento del sabor y aroma) para lograr un producto competitivo como sustituto del polvo de cacao.

Índice general

Introducción	1
Capítulo 1 Revisión bibliográfica	3
1.1. Sobre el polvo fino de cacao	3
1.1.1. Sobre el árbol de cacao	3
1.1.2. Elaboración del polvo fino de cacao	5
1.2. Sobre los sucedáneos del polvo de cacao.....	12
1.3. Sobre la harina fina tostada de algarroba	13
1.3.1. Sobre el árbol de algarrobo	13
1.3.2. Elaboración de harina fina tostada de algarroba	14
1.4. Factibilidad comercial de la harina fina de algarroba tostada.....	17
1.5. Elaboración de galletas	19
1.5.1. Definición, clasificación y generalidades	19
1.5.2. Características y rol de los ingredientes.....	21
1.5.3. Tipos comunes de galleta según su proceso de elaboración	25
1.5.4. Proceso de elaboración de galletas.....	27
Capítulo 2 Materiales y métodos	33
2.1. Materiales empleados.....	33

2.2. Métodos empleados.....	34
2.2.1. Caracterización de las materias primas principales	34
2.2.2. Elaboración de galletas	35
2.2.2.1. Formulación, materiales y procedimiento.....	36
2.2.2.2 Evaluación de las galletas elaboradas	43
Capítulo 3 Resultados y discusión	45
3.1. Caracterización de las materias primas principales	45
3.2. Resultados de las pruebas en galletas	47
3.2.1. Sustitución sin empleo de esencias ni colorantes.....	47
3.2.2. Sustitución empleando esencias y colorantes	49
Conclusiones y recomendaciones	53
Bibliografía	55
Anexo 1: Formatos de pruebas.....	57
Anexo 2: Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia.....	58
Anexo 3: Resultados de la prueba de degustación.....	59
Anexo 4: Informe de ensayo de harina fina de algarroba tostada	60
Anexo 5: Informe técnico de harina fina de algarroba tostada	61
Anexo 6: Fichas técnica del cacao en polvo de Romero Trading.....	62
Anexo 7: Harina de trigo. Hoja técnica Alicorp S.A.A	64
Anexo 8: Costo comparativo en materiales para la producción de galleta	65
Anexo 9: Ficha técnica harina de algarroba mediterránea Carochoc.....	66
Anexo 10: Ficha técnica de sustituto sintético para el polvo de cacao.....	67

Introducción

Actualmente se ofertan diversos productos sustitutos del polvo de cacao (*cocoa*) para el mercado doméstico así como el industrial, siendo el segundo de mayor importancia básicamente porque puede conseguirse productos finales con menores costos y mayor valor nutricional.

Algunos de los productos sustitutos exitosos incluyen a la harina fina de algarroba mediterránea (*Ceratonia siliqua*) conocida también en el mercado como “carob powder”; harinas naturales en base a raíces achicoria (planta comestible de origen silvestre); así como algunos sustitutos artificiales diversos. Los productos mencionados no solo han sido desarrollados exitosamente sino que atienden una demanda, de manera que existen empresas industriales que se sostienen produciendo y ofertando sustitutos del polvo de cacao.

Es en este contexto que nace la idea de desarrollar un producto similar a partir de la algarroba (*Prosopis pallida*), debido a su parecido con la algarroba mediterránea o garrofa (*Ceratonia siliqua*). Al momento de iniciar este estudio se contaba con un producto en fase de desarrollo, la harina fina tostada de algarroba, pero no se había realizado ningún estudio ni experimentación para evaluar la factibilidad de su utilización como sustituto del polvo de cacao a nivel industrial.

La intención de este trabajo, es realizar pruebas con la harina fina tostada de algarroba como sustituto del polvo de cacao y evaluar su aplicación en la galletería industrial que representa una de las líneas de producto que más demanda este tipo de sustitutos y el polvo de cacao en si.

Esta tesis está compuesta por una revisión bibliográfica, donde se puede encontrar datos y generalidades tanto del polvo de cacao como del producto en estudio, de igual manera se desarrolla una descripción básica de la industria galletera, y el análisis de algunos de los aspectos comerciales para identificar las oportunidades de la harina fina tostada de algarroba.

Siguiendo con la metodología de investigación aplicada, se detallan los métodos utilizados para la parte experimental, así como los resultados. Todos ellos tienen un carácter comparativo, entre el polvo de cacao y nuestro producto, tanto a nivel del producto en si, así como en su papel de insumo para el producto final (galletas de chocolate).

Capítulo 1

Revisión bibliográfica

1.1. Sobre el polvo fino de cacao

1.1.1. Sobre el árbol de cacao [10, 20]

El árbol del cacao (*Theobroma cacao*) tuvo probablemente su origen en la región tropical amazónica (cuenca alta del río Amazonas). Se desconoce si su extensión desde Sudamérica por América Central hasta México fue de manera natural o con la ayuda del hombre, puesto que ahora se encuentran variedades silvestres a lo largo de toda esta zona. En su estado natural se encuentra en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América Tropical entre los 18° N y los 25° S del Ecuador a una altitud menor de los 1250 m.s.n.m.

El género *Theobroma* consiste de veintidós especies entre arbustos y árboles de los cuales el *Theobroma cacao* es la única especie de valor comercial. Es un árbol de talla pequeña de 4 a 7 m de altura, aunque el cacao silvestre puede crecer hasta 20 m o más (ver Figura 1.1.). El fruto es una baya grande denominada “mazorca”, carnosa, oblonga y ovada de color amarillo o púrpura de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso, puntiaguda y con camellones longitudinales (se puede apreciar en la Figura 1.2). Cada mazorca contiene de 30 a 40 semillas, incrustadas en una pulpa blanquecina, las mismas que tienen un tamaño de 2 a 3 cm de largo. Las semillas que se aprecian en la Figura 1.2, representan la parte útil del cacao, son comúnmente llamadas “habas” o “granos” y son ricas en almidón, proteínas, y materia grasa.

Tabla 1.1. Composición aproximada del grano de cacao

Grano de cacao	Composición (%)
Proteínas	20.00
Hidratos de carbono	40.00
Grasas	40.00

Existen tres tipos de cultivares: el “criollo”, desarrollado en el norte de Sudamérica y en Centroamérica, que es muy susceptible a enfermedades y de baja productividad, pero de este se obtiene el chocolate de la más alta calidad. El segundo tipo, el “forastero”, proveniente de la Cuenca Amazónica, que dada su alta producción domina el mercado mundial del cacao. Finalmente el cultivar “trinitario” que se desarrolla en Trinidad, que no es más que un cruce de los anteriores.

Debido a un gran movimiento transoceánico de las semillas, el cacao ahora se cultiva en las regiones húmedas tropicales de ambos hemisferios. Se llevó del Brasil a las colonias portuguesas del Golfo de Guinea por el año 1830. El cacao llegó al continente africano por el año de 1879, específicamente a Ghana, y para el año 1951 el oeste de África ya era responsable del 60% de la producción mundial. Actualmente los principales países exportadores de cacao son Costa de Marfil, Brasil, Malasia y Ghana.

Los principales usos de la semilla de cacao son: a) como aromatizante, debido a su aceite esencial que proporciona un aroma muy particular; b) como comestible, debido a la obtención de polvo de cacao (*cocoa*) y la manteca de cacao, ambos productos de vital importancia para la industria del chocolate, la fabricación de dulces, confituras, helados y bebidas; c) como cosmético, donde la manteca de cacao es utilizada para la elaboración de ungüentos, cosméticos y perfumería; d) finalmente el contenido de alcaloides como la teobromina y la cafeína le confieren propiedades estimulantes, al grano de cacao.



Figura 1.1. Árbol del Cacao

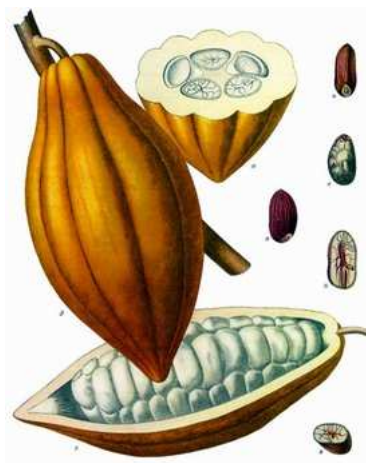


Figura 1.2. Fruto de cacao

1.1.2. Elaboración del polvo fino de cacao [10, 19, 23]

El cacao pasa por diferentes etapas antes de ser convertido en chocolate, manteca de cacao o polvo fino de cacao.

El fruto cosechado primeramente es abierto para extraer las semillas. Éstas son fermentadas y luego secadas para ser transportadas a las plantas de procesamiento.

En las plantas de procesamiento los granos son limpiados y molidos en diferentes etapas hasta obtener un producto intermedio denominado pasta de cacao o licor de cacao. A partir de este producto, según sea el caso, se obtiene el chocolate, la manteca de cacao y el polvo fino de cacao.

Cosecha del fruto de cacao

El árbol del cacao es una planta perenne que rinde varias cosechas al año. La recolección del fruto se hace a mano de uno en uno acopiándolos muy cerca de los árboles en cosecha.

Extracción de la semilla (grano)

Se abren los frutos (mazorcas) y se extrae las semillas para ser transportadas en envases adecuados (canastos o sacos) a los lugares de fermentación.

No debería transcurrir más de cuatro días entre la cosecha y el proceso de extracción.

Fermentación

Los granos son fermentados no sólo para remover la pulpa adherida sino para lograr el distintivo sabor y aroma del cacao. Una correcta fermentación resulta de vital importancia, ya que el sabor final del chocolate está fuertemente ligado a este proceso.

La fermentación se produce mediante el apilamiento de los granos en montículos, de 25 a 2500 kg dependiendo de las cantidades a procesar. Se cubren los granos con mantos para conservar el calor, de manera que se crea un ambiente propicio para la acción microbiana sobre las semillas. En plantaciones grandes se usan también cajas de fermentación con capacidades de hasta 2 toneladas, como se aprecia en la Figura 1.3.



Figura 1.3. Fermentación del grano de cacao

La fermentación toma de 5 a 6 días. Durante el primer día la pulpa adherida se desprende. Al tercer día los granos alcanzan los 45 °C y se mantienen entre esta temperatura y los 50 °C hasta el final del proceso. Es necesario mover los granos ocasionalmente para airearlos evitando el sobrecalentamiento.

El proceso de fermentación comienza con el crecimiento de microorganismos, particularmente levaduras de la pulpa adherida a los granos. Las levaduras convierten los azúcares de la pulpa adherida en etanol, luego las bacterias oxidan el etanol en ácido acético y ácido láctico, después en dióxido de carbono y agua. Para el segundo día se alcanzan temperaturas de 45 °C a 50 °C y la pulpa se desprende de los granos. El ácido acético y las altas temperaturas actúan sobre el grano descubierto y al haber ruptura de las paredes se producen cambios químicos en el grano como actividad enzimática, oxidación y la ruptura de proteínas en aminoácidos. Estas reacciones son

importantes para el desarrollo del sabor y color característicos del chocolate. La duración de la fermentación depende del tipo de cultivar de cacao. Los granos de “forastero” requieren 5 días aproximadamente, mientras que los granos del “criollo” culminan el proceso en 2 ó 3 días. Finalmente se obtiene granos con el aroma característico y con un color marrón vivo, que es el indicador de que el proceso ha culminado.

Secado

Después de la fermentación los granos son secados para reducir su humedad de 60% a 7.5% aproximadamente. Las reacciones de oxidación que comenzaron en la fermentación continúan durante el secado, sin embargo un secado muy lento puede causar pérdida de aromas y sabor. Varios estudios aseguran que la temperatura de secado no debe exceder los 65 °C.

Los granos son puestos en bandejas o superficies apropiadas para el secado. En las áreas donde la cosecha coincide con la estación seca, el secado al sol resulta adecuado. Los granos se esparcen al sol en capas de algunos centímetros de espesor. En zonas donde la cosecha coincide con temporada de lluvia, se usan secadores artificiales. Los hay de diferentes tipos pero en todos debe tenerse muy en cuenta que ningún humo o producto de la combustión debe entrar en contacto con los granos, de otra manera se afecta el producto final.

Si los granos son secados muy rápido las reacciones químicas iniciadas en la fermentación son cortadas y no pueden realizarse completamente

El secado puede durar una semana y durante el proceso deben moverse los granos para exponerlos uniformemente al secado y para retirar los granos rotos, germinados y las impurezas. Una vez terminado el proceso (se alcanza una humedad de 12% a 13%), los granos están listos para ser transportados y procesados en las fábricas o bien para ser almacenados para su posterior comercialización.

Limpieza del grano de cacao

La limpieza del grano se realiza en las planta de procesamiento del cacao. Se utilizan zarandas vibratorias que separan los granos de los materiales extraños de mayor y menor tamaño que el grano. Las partículas livianas como la fibra, las cáscaras sueltas y el polvo son separados por una suave corriente de aire ascendente. Mediante imanes se separan las posibles partículas metálicas presentes. Finalmente los granos son enviados a la siguiente etapa de tostado. Es conveniente separar los granos por tamaño de manera que aseguramos que el proceso de tostado será más uniforme.

Tostado

Esta es la etapa más importante para el desarrollo del sabor. Para la producción de chocolate las temperaturas de tostado van de 100 °C a 104 °C. Para la producción de polvo de cacao se utilizan temperaturas más altas que van de 125 °C a 135 °C. Durante esta etapa se produce también el desprendimiento de la cáscara de grano. Existen muchos tipos de tostadores tanto de producción continua como por lotes.

Molienda gruesa

Las semillas tostadas pasan por una molienda gruesa con el objeto de quebrar únicamente el grano evitando la reducción del tamaño de las cáscaras desprendidas durante el tostado y la producción de partículas finas de grano y polvo.

Se utilizan molinos de rodillos dentados que trituran el grano o molinos de impacto de construcción moderna. Estos últimos constan de dos rodillos hexagonales que giran en la misma dirección lanzando los granos contra una placa de metal.

Limpieza del grano triturado

El grano ya triturado pasa por tamices y una corriente de aire para separar las cáscaras del grano.

Los granos triturados sin cáscara son conocidos como o “almendras de cacao”. La cáscara es material de desecho; sin embargo puede ser posteriormente molida y utilizada para aromatizar infusiones y otro tipo de productos.

Alcalinización

La alcalinización es un tratamiento que se aplica antes o después de la molienda fina de las almendras de cacao (*cocoa nibs*). Tiene como objeto modificar el color y sabor del producto final.

En la alcalinización se utiliza soluciones de carbonato de sodio o potasio en cantidades no mayores a 50 g por cada kg de cacao. El grado de alcalinización depende del rango de color deseado; a mayor alcalinización, se intensifica el color.

La penetración de la solución dura aproximadamente una hora. Luego se requiere un suave secado para continuar con la molienda fina.

Molienda fina

Los granos previamente triturados y limpios (almendras) y en algunos casos alcalinizados son molidos finamente para obtener el licor de cacao o pasta de cacao. Se utilizan molinos de rodillos con camisas de vapor para darle a los rodillos la temperatura adecuada durante la molienda.

La pasta de cacao es el material intermedio utilizado para la producción de chocolate, manteca de cacao y polvo fino de cacao. El polvo fino de cacao es conocido comercialmente en Perú como *cocoa*.

Prensado

La manteca de cacao y el polvo fino de cacao se obtienen mediante un proceso de prensado mecánico. Se utilizan prensas hidráulicas de alta presión que comprimen la pasta separando la manteca a través de un filtro de malla fina y reteniendo en su interior la parte sólida de la pasta.

La parte sólida retenida puede ser todavía sometida a un proceso de extracción por solventes orgánicos para recuperar parte de la grasa que queda todavía retenida en la torta de cacao resultante (8% a 9% aprox.).

La torta de cacao se muele y se tamiza para ser envasada como polvo fino de cacao. El producto denominado chocolate se obtiene mezclando la pasta de cacao (antes del prensado) con otros ingredientes como azúcar, leche, manteca de cacao, aromas y otros dependiendo del tipo de producto que se desea obtener.

La elaboración del chocolate pasa por una serie de procesos de los que depende la calidad del producto obtenido. El proceso pasa inicialmente por un mezclado de ingredientes, refinado de la mezcla, conchado (proceso de emulsionado), moldeado y finalmente el empaquetado.

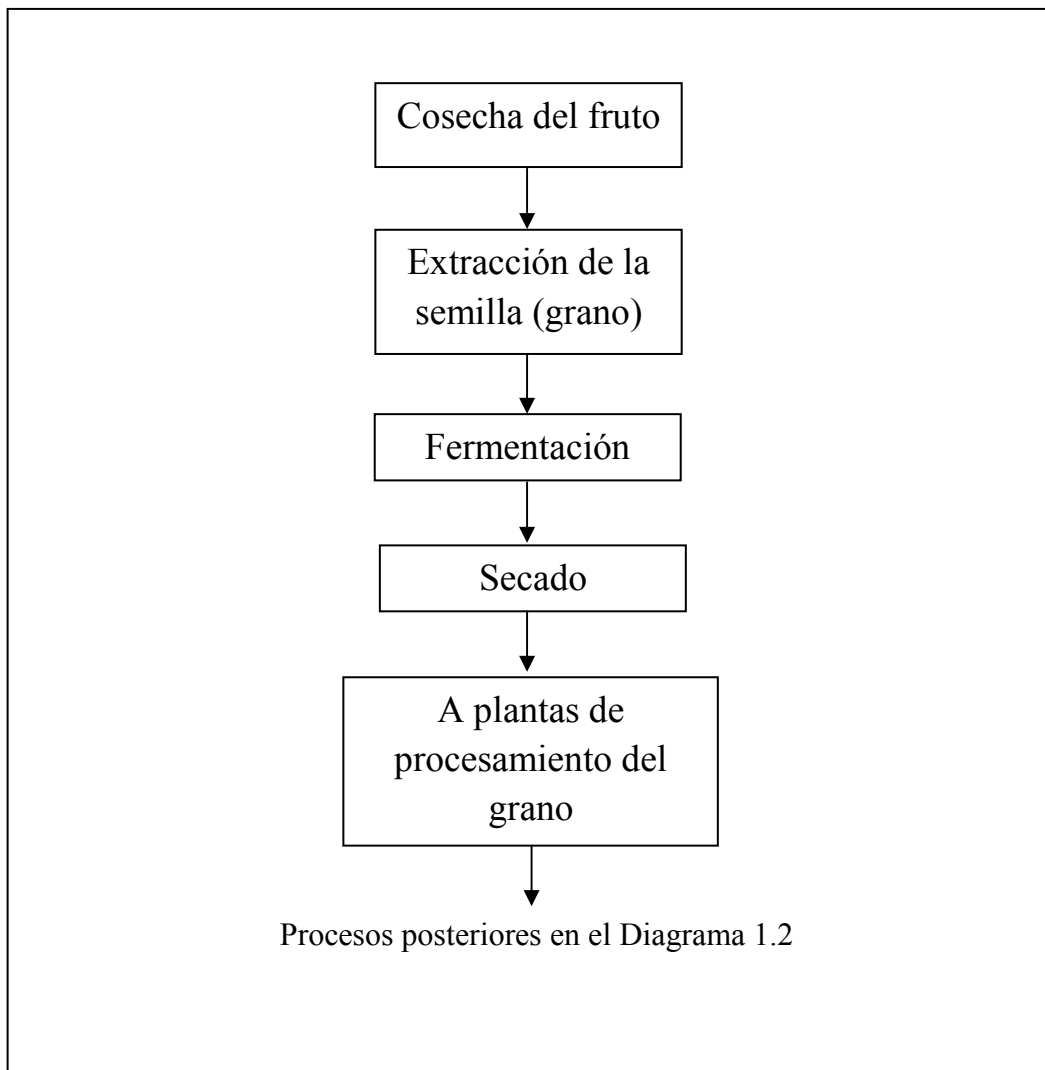


Diagrama 1.1. Tratamiento del fruto de cacao

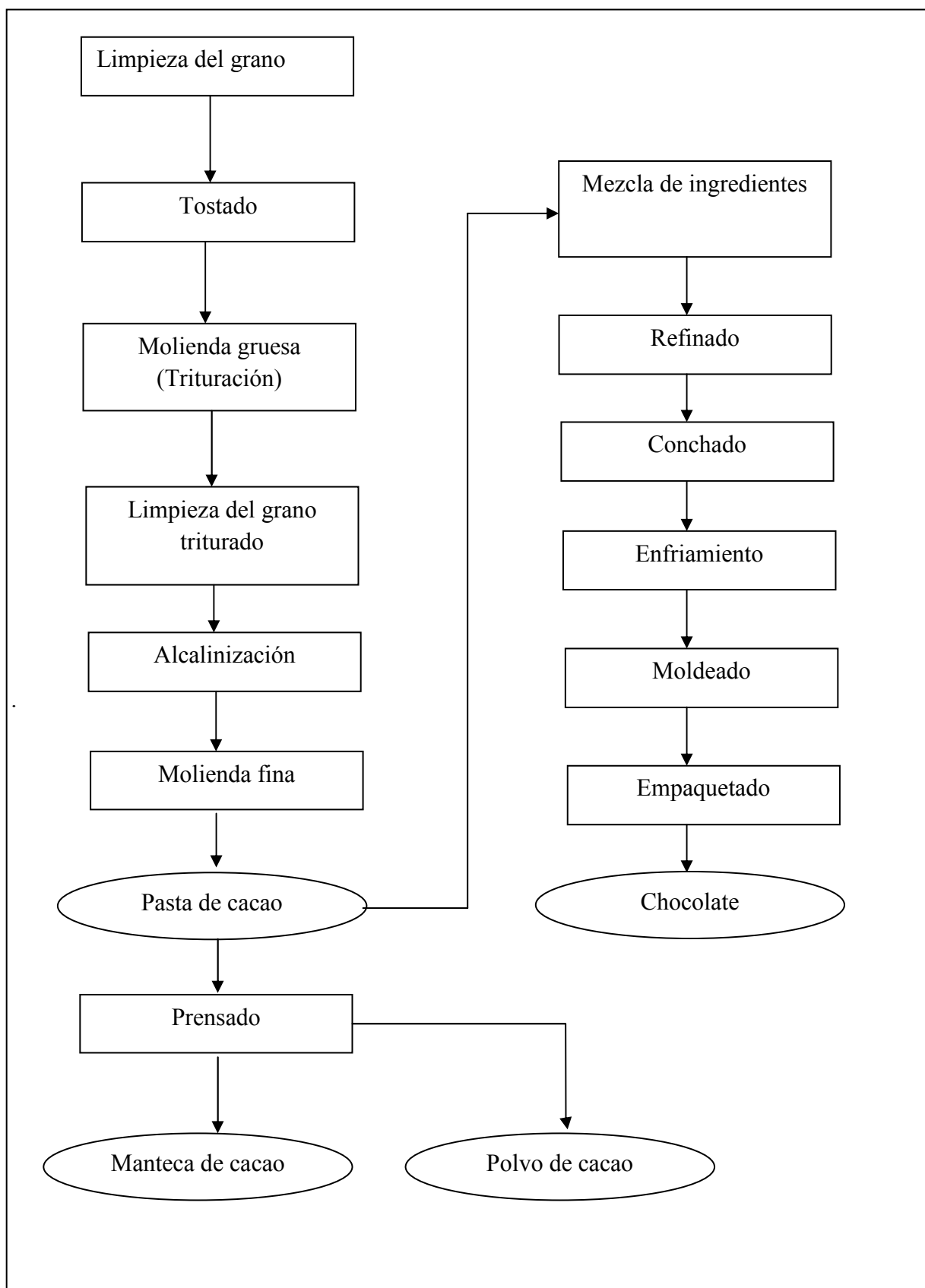


Diagrama 1.2. Elaboración de manteca de cacao, polvo fino de cacao y chocolate

Uso del polvo de cacao en la industria

El polvo de cacao es utilizado en diversas industrias alimentarias y el porcentaje de destino de la producción para cada una de ellas se detalla a continuación en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Destino de la producción de polvo de cacao [9]

Industria	Participación (%)
Panificación y galletería	25
Bebidas instantáneas en polvo	25
Suplementos alimenticios	25
Productos lácteos y helados	20
Otras (especiales)	5

1.2. Sobre los sucedáneos del polvo de cacao

El polvo de cacao es un producto muy utilizado en la industria de alimentos especialmente por su capacidad de transmitir el sabor característico del chocolate cuando participa como ingrediente en distintas mezclas. Muchos formuladores de alimentos lo consideran un ingrediente muy especial, casi insustituible, cuya calidad se refleja directamente en la del producto final.

Sin embargo, en un amplio ámbito de la industria alimentaria también es usual buscar una sustitución del polvo de cacao por otros insumos sucedáneos. Cabe mencionar dos factores que hacen que este sea un producto susceptible de sustituirse:

- a) Su contenido de alcaloides principalmente teobromina y cafeína, que hoy en día son evitados por un sector de los consumidores.
- b) El precio, que es variable año a año y que alcanza valores altos (hasta dos mil dólares la tonelada) y permite manejar un buen margen en productos sustitutos más baratos [9]

Se ofertan en el mercado internacional distintos productos naturales y artificiales como sustitutos del cacao, siendo los primeros mucho más utilizados.

Algunas formulaciones artificiales pueden encontrarse inclusive a precios mayores que el polvo de cacao, pero finalmente en su porcentaje de utilización, para aportar sabor en diferentes productos, se logra un ahorro en comparación con la *cocoa*; no obstante la debilidad de este tipo de sustitutos es que en su mayoría no aportan nutrientes.

Entre los naturales tenemos uno producido de las raíces de la achicoria (que es una hortaliza muy parecida a la lechuga), la misma que también es utilizada para

producir un importante sucedáneo del café [4], y el producido a partir del algarrobo mediterráneo (*Ceratonia siliqua*), que es conocido en el mercado como “carob powder”.

El “carob powder” es fabricado de la vaina de la garrofa o algarroba mediterráneo; las semillas de esta vaina se utilizan para obtener la goma de garrofa. Las vainas se emplean normalmente para pienso, pero se ha encontrado que, si estas vainas se tuestan y se muelen, el polvo presenta una marcada similitud de color y sabor con el polvo de cacao. Se le atribuye que puede sustituirse hasta un 30% de cacao en ciertos productos sin cambio apreciable de sabor. Es este producto el sustituto de cacao que goza de mayor demanda; su precio es prácticamente la mitad comparado con el polvo de cacao y tiene la ventaja de no contener teobromina (estimulante parecido a la cafeína), ni los anticuerpos productores de alergia al cacao. Es ofrecido por diversas empresas, la mayoría españolas; y es el sustituto del polvo de cacao que motivó la evaluación de la harina fina tostada de algarroba, estudiada en esta tesis, debido a la similitud de las materias primas, siendo la utilizada para nuestro producto la vaina de algarrobo de la especie peruana *Prosopis pallida*.

1.3. Sobre la harina fina tostada de algarroba

1.3.1. Sobre el árbol de algarrobo

El algarrobo es un árbol característico de la zona norte del Perú, su nombre proviene de la época de la conquista de los españoles que al ver la similitud con el algarrobo mediterráneo (*Ceratonia siliqua*) lo llamaron de manera similar.

Los nombres científicos de las especies de la zona son *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora*. Los algarrobos son árboles longevos, que poseen un sistema radicular complejo que les permite absorber agua a distintas profundidades así como raíces laterales que captan las lluvias con gran facilidad; esta es una de las características principales que las hacen capaces de sobrevivir en condiciones extremas de sequía, apreciables en los bosques secos de la región donde constituyen excelentes especies para el control de dunas y contrarrestar la desertificación.

Del algarrobo se puede aprovechar la madera (pesada y de gran durabilidad) y su fruto (legumbre) que son vainas con un alto contenido de azúcares, llamadas comúnmente algarroba que se usa principalmente como forraje para ganado; también es utilizada para consumo humano en productos derivados como la algarrobina.

La especie predominante de la zona es la *Prosopis pallida*; tarda 4 años en crecer hasta llegar a su edad productiva (en que se pueden recoger las vainas) y ésta se extiende hasta la edad de veinte años normalmente. Cabe mencionar que la producción es estacional, la cosecha se realiza en el verano (de diciembre a marzo) y consiste en recoger las vainas caídas del árbol que son las que ya están maduras.

Diversos estudios realizados sobre la utilización de los frutos de la algarroba mencionan la oportunidad que brinda la elaboración de productos derivados para el desarrollo económico de las regiones haciendo referencia a sus características nutritivas [11, 12].

1.3.2. Elaboración de harina fina tostada de algarroba

En la producción de la harina tostada, son utilizadas las vainas completas de algarrobo, las mismas que son sometidas a un proceso sencillo, básicamente tostado y una molienda fina. A continuación se detalla cada una de las etapas del proceso al que es sometido el fruto hasta convertirse en el harina fina tostada de algarroba

Acopio y selección de vainas

En el acopio de la materia prima el criterio básico para la selección es rechazar aquellas que se encuentren descompuestas parcialmente o picadas; cabe mencionar que aquellas vainas que estén fraccionadas también pueden ser utilizadas en el proceso sin que esto afecte el producto final.

Secado de vainas

Por razones de almacenamiento intermedio antes del tostado, es necesario reducir la humedad del fruto. Esto se logra mediante un secado simple al sol.

Tostado

Este proceso se realiza por lo general en un horno tostador rotatorio. El tiempo que dure este proceso afectará directamente al color final del producto. También se ha realizado un estudio en el que se muestra que mientras mayor sea la temperatura y tiempo de exposición al tostado se verá afectada la capacidad de adsorción del producto de manera que la eficiencia en la utilización como ingrediente de otras mezclas bajaría [4]. La muestra analizada en este trabajo de investigación se produjo con un tostado a 180 °C con una duración de veinticinco minutos.

Molienda

Ésta se realiza en un molino de martillos, provisto de una zaranda de 0.5 mm. De acuerdo a apreciaciones del fabricante se puede mencionar que este proceso no se

debe, en lo posible, ejecutar en temperaturas ambiente altas (mayores a 25 °C) ya que debido a la alta capacidad higroscópica del producto se produce apelmazamiento de la harina.

Tamizado

Este proceso se lleva a cabo con un tamiz fino (entre 150 y 180 micras), con lo que se logra separar todos los grumos e impurezas de la molienda, para finalmente obtener un polvo fino de aspecto homogéneo, con lo que se cumple con las especificaciones de la NTP 209.603 [18].

Envasado

El producto se debe envasar en contenedores o recipientes que mantengan las cualidades nutritivas e higiénicas del producto y que no transmitan ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores extraños al producto [18]. Generalmente son utilizadas las bolsas de papel o polipropileno.

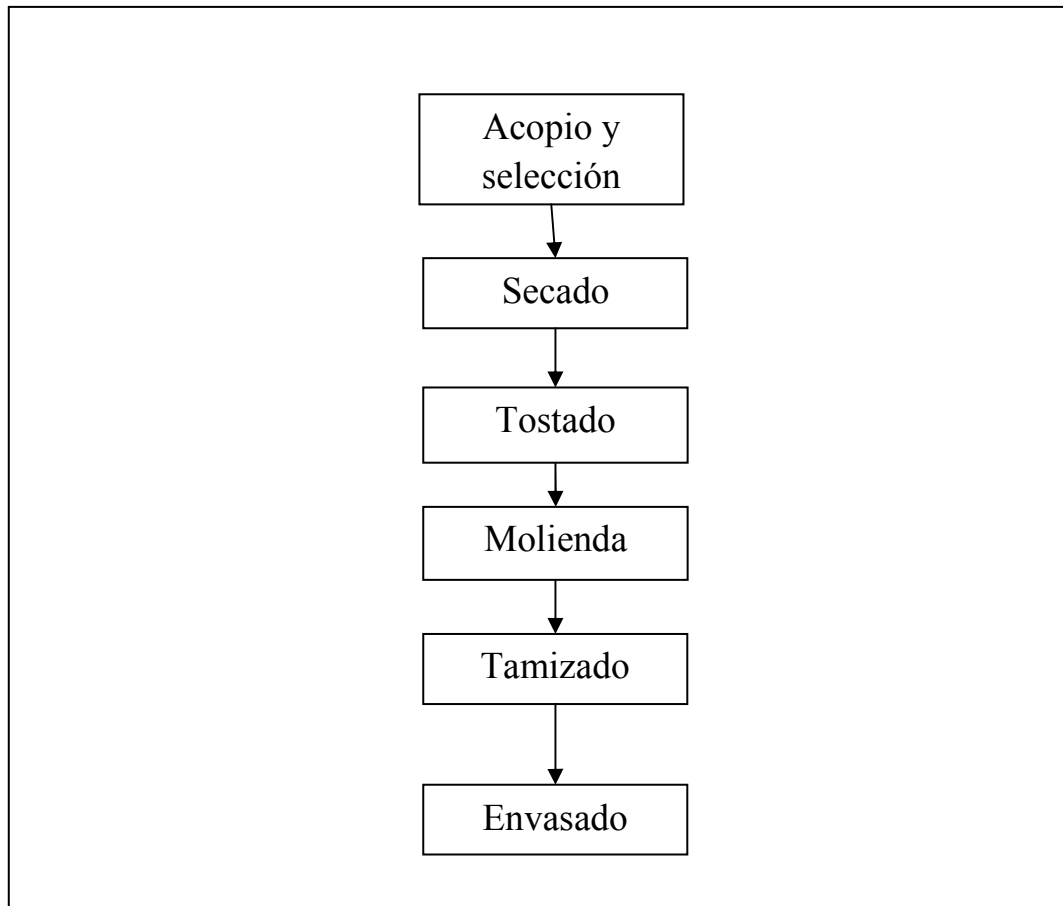


Diagrama 1.3. Elaboración de la harina fina tostada de algarroba

1.4. Factibilidad comercial de la harina fina de algarroba tostada

El mercado para los sucedáneos del polvo de cacao, se encuentra desarrollado y explotado ampliamente por diferentes productos, naturales y artificiales; se entiende que para ser considerados productos sustitutos deben ser similares organolépticamente al polvo de cacao, pero las exigencias del mercado determinan además dos características básicas para que se sustente la supervivencia de estos productos; que tengan un menor precio que el polvo de cacao y que sean más saludables.

Se han hecho estudios de sabores y aromas de algunos sustitutos naturales [15], siendo los más avanzados los producidos de algarroba mediterránea y los de raíces de achicoria. Los resultados obtenidos son muy alentadores, en algunas evaluaciones sensoriales paneles de degustación han diagnosticado los sustitutos como casi idénticos al polvo de cacao.

En la harina fina de algarroba tostada, se aprecia una notable diferencia especialmente de aromas, esto es una debilidad comercial para el producto pero es importante hacer las pruebas de utilización para demostrar la efectividad de la sustitución. Con los resultados obtenidos de estas pruebas se puede definir claramente porcentajes de sustitución exitosos, así como el efecto del polvo de algarroba tostada en los productos analizados.

Es importante señalar que el mercado objetivo para los sustitutos del polvo de cacao es el mercado industrial, de manera que los principales clientes son industrias o empresas que utilizarán a estos sucedáneos como insumos para la fabricación de productos más elaborados, es así que es muy importante no sólo la similitud con el polvo de cacao sino también el efecto en el producto final donde participará como insumo. En esta tesis las pruebas se hicieron en galletería que es una de la industrias de destino (consume el 25% de la producción) más importantes para el polvo de cacao y sucedáneos producidos.

Existe poca información sobre los precios de algunos de los productos sustitutos del polvo de cacao. En general, se reportan valores menores que el precio de mercado del polvo de cacao (ver Tabla 1.3). Los precios de algunos de los sucedáneos más populares son aproximadamente el 40% del producto original. La harina fina de algarroba tostada aún tiene un precio muy elevado pero considerando que es un insumo en fase de desarrollo se pueden optimizar procesos y lograr eficiencias en los costos de fabricación. La Tabla 1.3 muestra el ahorro comparativo en la compra para nuestro la harina de algarroba tostada y para “Carochoc®” (ver Anexo 9), uno de los sucedáneos de mayor importancia, que es fabricado a partir de la garrofa o algarroba mediterránea. Igualmente se incluyen los precios de un sustituto sintético, fabricado en Singapur (ver Anexo 10).

Tabla 1.3. Precios industriales comparativos

Producto	Precios (US\$/t) *	Ahorro vs <i>cocoa</i> (%)
Polvo de cacao	1,400.00	
Carochoc	870.00	38.00
Harina de algarroba	1,100.00	21.00
Sustituto sintético	735.00	48.00

* Los precios fueron entregados por los proveedores e incluyen el flete hasta Perú

Como mencionamos es también importante que los productos sustitutos ofrezcan una composición más saludable. El polvo de cacao contiene dos sustancias estimulantes, una común, la cafeína y una propia del cacao llamada teobromina; este tipo de componentes debe evitarse en los productos sustitutos. Nuestro producto no tiene ningún tipo de sustancia estimulante, por lo que presenta una ventaja competitiva en este aspecto.

Se han realizado en años pasados exportaciones de harina fina de algarroba tostada a Chile, pero no se ha tenido *feedback* de estas experiencias.

Tabla 1.4. Exportaciones de harina de algarroba [24]

Año	Harina fina		Harina fina tostada	
	FOB (US\$)	kg	FOB (US\$)	kg
2002	3,073.22	575.50		
2003	4,780.00	1,047.00	9,065.16	18,000.00
2004	15,376.80	3,921.36		
2005	6,888.50	1,350.70	12,180.00	21,000.00
2006	47,559.57	13,542.48		
2007	32,906.46	11,882.00		
2008	16,662.00	2,562.00		

En la Tabla 1.4 se detallan las exportaciones totales de harina de algarroba (tostada y sin tostar). Como se aprecia, las exportaciones de harina de algarroba tostada incrementaron el valor de esos años considerablemente, lo que evidencia el potencial comercial del producto así como una nueva oportunidad para los industriales de algarroba de la zona. Un caso similar se da en Australia, donde productos sucedáneos del cacao tienen un mercado de 100 toneladas anuales [8] que es satisfecho completamente por producción interna y significa un producto importante en la cadena productiva de la garrofa o algarroba mediterránea en las zonas donde hay presencia de esta especie.

Nuestro producto tiene características que lo hacen atractivo como sustituto, tanto por su bajo costo como por su composición (más saludable que la del polvo de cacao). Para demostrar su verdadero potencial comercial es necesario realizar pruebas industriales y determinar porcentajes de sustitución reales, comportamiento en

producción y características organolépticas en el producto final. Las pruebas realizadas en esta tesis tienen como objetivo obtener los resultados para estos planteamientos.

1.5. Elaboración de galletas

1.5.1. Definición, clasificación y generalidades

La Norma Técnica Peruana NTP 206.001:1981 define, clasifica y establece los requisitos generales para las galletas:

Definición

Es el producto de consistencia dura, crocante, obtenido por el cocimiento de masas preparadas con harina, con o sin levadura, con o sin leudante, almidón, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, etc.; usualmente de forma laminar.

Clasificación

Según el sabor y la forma, las galletas en el Perú se clasifican en:

a. Por el sabor:

- Saladas
- Dulces
- De sabor especial

b. Por la forma y presentación:

- Simples
- Rellenas
- Revestidas

Requisitos generales

Deberán fabricarse a partir de materia prima sana y limpia, exenta de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.

- Deberán presentar un aspecto atractivo, aseado y olor agradable.

- Está permitido el uso de colorantes naturales y artificiales autorizados.
- Está permitido el uso de estabilizantes tales como mono y diglicéridos, en dosis máxima de 3% sobre las grasas.
- Está permitido el uso de espesantes tales como albúminas, clara de huevo, etc.
- Uso de conservadores tales como ácido propiónico y sus sales de calcio y sodio, no mayor de 1,5% ; ácido sórbico y sus sales alcalinas, no mayor de 1%
- Uso de lecitina (emulsionante) no mayor del 1% sobre las grasas.
- Uso de ácido tartárico hasta 1% y ácido cítrico hasta 0,2%
- Uso de antioxidantes como el BHA y ácido gálico, no mayor del 1% sobre las grasas.
- Uso de activadores como ácido ascórbico, no mayor del 1%
- Uso de correctores de pH como:

Tabla 1.5. Correctores de pH en galletería

Sustancia	Máximo (%)
Ácido tartárico	1.00
Ácido láctico	1.00
Ácido cítrico	0.50
Jugo de limón	2.00
Bicarbonato de sodio	2.00
Bicarbonato de amonio	1.00

Requisitos físico-químicos

Tabla 1.8. Requisitos físico químicos en galletería

Propiedad	Máximo %
Humedad	10.00
Cenizas	3.00

Requisitos microbiológicos

Las galletas deberán estar exentas de microorganismos patógenos

Mercado y tendencias

Las galletas son un producto de mucha importancia en el mercado de los comestibles de consumo masivo. El mercado galletero en décadas pasadas respondía a un fenómeno de constante diversificación y las empresas más importantes de la

industria lograban su crecimiento con el constante lanzamiento de nuevos diseños y sabores, logrando galletas cada vez más elaboradas para un consumidor exigente. Esta tendencia ha cambiado drásticamente y ahora la industria galletera se desenvuelve en un mercado donde la creciente demanda por productos más saludables exige a las empresas a desarrollar galletas con un alto valor nutritivo para atender al creciente número de consumidores que ya no buscan diseño y sabores innovadores, sino que prefieren galletas con sabores naturales y con mayores contenidos de fibra y bajas en calorías [16].

1.5.2. Características y rol de los ingredientes

Harina de trigo

Es un polvo fino impalpable de color blanco cremoso que se obtiene de la molienda del grano de trigo. Está constituida fundamentalmente por dos grupos de compuestos que cumplen un rol importante en la elaboración de productos horneados:

- Los almidones existentes en el grano de trigo y los azúcares libres que actúan como alimento de la levadura en los productos fermentados.
- Las proteínas, en las cuales se incluye la gliadina y la glutenina que al mezclarse con el agua forman un complejo proteico denominado gluten que proporciona a la masa plasticidad y habilidad para retener gas.

Hay un número grande de especies y variedades de trigo (*Triticum*) que pueden ser utilizados en la fabricación de harinas. Es relevante sin embargo, la variedad *Triticum durum* (trigo duro) utilizado en la fabricación de harinas para “pastas” y la variedad *Triticum aestivum* conocido como trigo pan, utilizado en bollería, repostería, galletas, etc. Esta última variedad (*T. aestivum*) a su vez se puede clasificar, dependiendo de las características del gluten, como trigos fuertes, de mediana fuerza y trigos débiles.

En el caso específico de la harina galletera, algunos especialistas [5] establecen que siendo las galletas de tipos muy variados, en cada caso se requiere una determinada clase de harina. No obstante señalan que en términos generales, se puede asegurar que el fabricante de galletas desea una harina blanda y débil, producida a partir de trigos flojos y blandos, sanos; de buen aspecto y especialmente seleccionados.

En galletería, como el producto final debe estar casi completamente seco, la cantidad de agua aplicada para hacer la masa debe ser la mínima por lo que son preferidas las harinas de bajo poder de absorción. Los niveles de proteínas de los trigos son típicamente bajos (de 8% a 11%) y rinden un gluten que es menos resistente y más extensible que los que se usan en productos de panadería.

Otros autores, establecen parámetros aún más específicos sobre las características de las harinas galleteras. Por ejemplo, se dice que la harina para galletas debería presentar, entre otras características, las siguientes: hasta un 15% de humedad, 0,4% de cenizas y un 70 a 72 de extracción (proporción del grano de trigo que se emplea para obtener la harina, puede entenderse como la cantidad de harina que se obtiene a partir de 100 kg de grano de trigo).

Debe ser además íntegramente pura y sin mejoradores. Varios autores citados en [1] consideran aproximadamente los siguientes valores de proteínas para harinas galleteras: a) harinas para productos dulces: entre 7% y 8% b) harinas para galletas fermentadas, Grahams y finas: entre 8% y 9% y c) harinas para galletas esponjosas: entre 8.5% y 10.0%. Los autores afirman además que no hay topes fijos entre los diferentes tipos, dependiendo éstos de la preferencia personal, precio y en cuanto a la calidad de la proteína, no existen parámetros completamente establecidos que permitan determinar con certeza la calidad del gluten que se necesita.

El color de las harinas tiene una notable importancia comercial, aún cuando no constituya precisamente el éxito de su buena calidad. Por lo general, los consumidores se inclinan por una harina absolutamente blanca, siendo el color más popular un blanco ligeramente cremoso. Se suele recomendar utilizar solamente la harina flor (proveniente de la zona más próxima al centro del grano) para galletería y pastelería, ésta se diferencia de las demás por su deslumbrante blancura.

Grasa

La grasa, conjuntamente con el azúcar, es el ingrediente que interviene en mayor proporción, después de la harina. Cumple las siguientes funciones: a) es un elemento que enriquece y mejora el valor nutritivo del producto; b) tiene un efecto ablandador sobre la masa produciendo una galleta de textura blanda, suave al paladar; y c) cuando cubre la masa retiene la humedad y prolonga la frescura del producto. El efecto ablandador de las grasas se debe a que estos agentes son totalmente inmiscibles en el agua y que por tal motivo se encuentran distribuidos en forma de capas finísimas rodeando los filamentos de gluten; de esta manera la masa ya no es un sistema continuo, sino que está constituida por pequeñas porciones aisladas unas de las otras, por la capa grasa. Cuando se cuece el producto, la grasa no se altera y queda al final con la misma distribución que tenía inicialmente. Así estas partículas pueden deslizarse en el producto cocido, unas sobre otras, dando una sensación de suavidad al paladar. Entre las grasas más empleadas en galletería se tiene la mantequilla, la margarina y las grasas vegetales (hidrogenadas); esta última ampliamente difundida por su bajo costo y buenas características.

Azúcar

El azúcar cumple las siguientes funciones: a) aporta color a las galletas; b) aumenta el valor calórico; c) tiene un efecto ablandador cuando se le emplea conjuntamente con la grasa; d) imparte sabor; e) interviene en el formato o expansión según su tipo de granulación; f) alimento de la levadura en los procesos de fermentación. El efecto ablandador de los azúcares sólo se da cuando están en presencia de las grasas, de ahí que el azúcar no debe emplearse sola ya que los productos cocidos quedarían demasiado duros. Como referencia, se cita a continuación la proporción de grasas y azúcar que suelen utilizarse en fórmulas para galletas: en las masas destinadas a máquinas cortadoras: 15% de grasa y azúcar variable; en masas para máquinas rotativas: el 30% de grasa y el 30% de azúcar; en masas para máquinas cortadoras de alambre: el 50% de cada una; todo en base al peso de la harina.

La propiedad colorante de los azúcares se deriva de una reacción química ocurrida en el horno; la misma que se denomina fenómeno de caramelización o reacción de Maillard. Esta ocurre a una temperatura que está cerca de los 150 °C y va acompañada de la formación de compuestos melanoideos que son los causantes de los diferentes grados de color que adquieren las cortezas de los productos horneados. Ya cerca de los 180 °C el producto adquiere en la corteza una coloración marrón muy agradable a la vista pero, a mayores temperaturas, aproximadamente 245 °C la corteza se oscurece y va tomando, conforme transcurre el tiempo, un sabor y color desagradable, debido a que los compuestos melanoideos se tornan negros, amargos e insolubles. Los azúcares existentes en la naturaleza encuentran una amplia aplicación en repostería y galletería. Cada azúcar puede ser usado por las propiedades que le confiere al producto; en algunos casos por su poder endulzante, por su higroscopicidad o su poder colorante, etc. La sacarosa proveniente de la caña de azúcar es sin duda el de uso más difundido en nuestro medio.

Almidón

Es conveniente indicar que la adición de almidones u otras harinas diferentes a la de trigo se practica en algunos casos especiales. Los almidones se utilizan generalmente cuando se desea reducir una cantidad inapropiada de proteínas en las harinas que son destinadas a la pastelería en general; así por ejemplo, en la manufactura de pasteles y tortas, en los que se toman proporciones elevadas de grasa y azúcar, una adición de 10% a 15% de almidón ofrece óptimas ventajas, sobre todo si la harina que se emplea es del tipo fuerte. En los pasteles moldeados también se puede reducir la riqueza en proteínas por agregado de almidón; pero, sin sobrepasar las cantidades señaladas; de lo contrario resultarían masas a las que le faltaría cohesión. Cuando las masas de harinas de trigo empleadas son demasiado consistentes, se puede reemplazar de 5% a 20% de la harina por fécula de maíz; esto ayudará a que se produzcan galletas más suaves.

La harina de arroz se suele utilizar para facilitar el trabajo en la fabricación de bizcochos, ya sea para mejorar un artículo a consecuencia de una composición anormal de la harina como para la puesta a punto de la pasta. Su uso debe ser cuidadosamente dosificado ya que tiende a producir numerosos inconvenientes, tales como impedir el desarrollo del bizcocho en la cocción o producir la rotura del producto, cuando se utiliza en la fabricación de bizcochos secos. La harina de maíz blanco se usa para impedir la contracción de los bizcochos al momento de cortarlos; la harina de maíz amarillo en determinados productos sirve para hacer pastas y dar al producto un gusto especial apetecido por los consumidores. La fécula de papa se usa en ciertas calidades de bizcochos, especialmente en los que contienen azúcar, huevo y grasas, mientras que en los bizcochos secos de pasta dura la fécula no tiene consistencia adhesiva.

Agentes leudantes

La presencia de agentes leudantes sirve para darle a los productos horneados una textura abierta y sedosa; también para darle mayor uniformidad, simetría y volumen. El efecto de los leudantes en los productos horneados se debe a la acción mecánica de pequeñas burbujas de gas que al expandirse dentro de la masa, ejercen presión sobre ella ocasionando un aumento de volumen. Durante la expansión, se forman incontables cavidades de pequeñas dimensiones que cuando son horneadas se quedan rígidas produciéndose así también la estructura porosa en el producto. La producción de gas puede obtenerse por dos medios:

1. Leudantes químicos: entre los más conocidos se tiene las mezclas de bicarbonato de sodio y un componente ácido y el bicarbonato de amonio.

2. Levaduras naturales. Se trata de una levadura, organismo vivo, de la especie *Saccharomyces cerevisiae* que en condiciones de temperatura y humedad actúan sobre los azúcares presentes en la harina dando inicio y manteniendo el denominado proceso de fermentación. Tienen como función el acondicionamiento de la masa, la generación y el mantenimiento de la producción de gas. En la fermentación las levaduras convierten los azúcares en dióxido de carbono y permiten un mayor volumen y rendimiento de los productos horneados así como la contribución al sabor y aroma de los mismos.

La proporción en las masas de la levadura denominada comprimida o fresca va del 1% al 5% en peso de la harina dependiendo del tipo de producto y de las condiciones del proceso.

Polvo de cacao

El polvo de cacao que en el Perú se conoce comúnmente como *cocoa* es de aplicación general en fabricación de galletas y productos de repostería. Es utilizado

como base para las coberturas y en algunas galletas con sabor a chocolate. Tiene entre 9% y 12% de grasa en algunos casos algo más.

El polvo de cacao en galletería debe ser muy fino para que fluya libremente; normalmente con humedad máxima de 5%; si la humedad es más elevada en el almacenamiento pueden desarrollarse mohos. Los contenidos de humedad de equilibrio son de 6.5% a humedad relativa de 50% y 95%. El polvo de cacao es de naturaleza higroscópica y por tanto, debe conservarse en recipientes a prueba de humedad

Cabe mencionar que se ha utilizado exitosamente “carob powder” (harina tostada de algarroba mediterránea) como sustituto del polvo de cacao en la industria galletera logrando ahorro en los costos de producción así como un mejor valor nutricional [3].

1.5.3. Tipos comunes de galleta según su proceso de elaboración [3]

Los procesos de elaboración varían de una galleta a otra. De manera general, podemos agrupar los procesos de acuerdo al tipo de galleta en: a) procesos para galletas crackers b) procesos para galletas dulces y semi-dulces c) galletas de masa antiaglutinante y d) galletas por deposición de masas blandas. También se tiene procesos para la elaboración de obleas y masas hojaldre.

Galletas crackers

Las galletas crackers son las denominadas crackers de crema (*cream crackers*), crackers sodadas (*soda crackers*), crackers saborizadas y galletas agua (*water biscuit*). Todas son galletas fermentadas de receta simple: harina, grasa y sal. Se fermentan siempre con levadura, se laminan, se cortan y se hornean.

La acción combinada producida por la fermentación de la masa y la película producida al laminar en capas (las de crema con inclusión de harina engrasada de relleno entre cada capa), da lugar a una galleta escamosa y vesiculada.

Las galletas cracker sodadas y las de crema tienen mucha semejanza pero también algunas diferencias esenciales. La principal es su reacción alcalina después de la cocción (de aquí el nombre de sodadas).

Las galletas saborizadas a diferencia de las otras incluyen saborizantes a base de esencias o productos naturales con variedad de formas y tamaños.

Finalmente las galletas agua se pueden considerar razonablemente como crackers. Representan la receta más sencilla de todas en el sentido de enriquecimiento. Las denominadas Matz se hacen con harina y agua solamente y las water biscuit tienen un poco de grasa.

Galletas dulces y semidulces

Son galletas de superficie lisa, con ligero brillo o lustre, textura abierta y uniforme que las hacen delicadas al paladar.

La mayoría de las galletas típicas de varios países, tales como *Osborne*, *Marie*, *Rich tea* y *Petit beurre*, tienen recetas similares. No es corriente añadir ingredientes con sabor fuerte, por lo que la mayoría tiene básicamente un suave sabor a vainilla o a caramelo de nata, proveniente de la utilización real de mantequilla o de los sabores sintéticos de ésta. Todas tienen algo de jarabe y/o extracto de malta. Rara vez se consumen con otros alimentos como mantequilla o queso, pero su sabor suave, ligeramente dulce, se complementa con bebidas como el té o el café. Los nombres de las galletas *Rich tea* o *Morning coffee* reflejan más bien el momento de su consumo, que su sabor o el de las bebidas.

Las galletas siempre están perforadas y generalmente llevan un nombre y dibujo troquelados en la superficie. Con una cortadora oscilante, de manera similar a las crackers, se consigue en acción combinada la perforación impresión y corte.

Estas galletas no pasan por un proceso de fermentación. La estructura del gluten en la masa es bien desarrollada, pero con el aumento de azúcar y grasa el gluten se hace menos elástico y más extensible.

A veces estas galletas se someten a procesos secundarios como la formación de sándwich con nata o la aplicación de coberturas de chocolate pero para estos tratamientos se prefiere los tipos más enriquecidos.

Galletas de masa antiaglutinante

Este tipo de galletas no pasan por un proceso de fermentación. Las galletas de este grupo se distinguen de las otras, por estar confeccionadas con masas cohesivas a la que les falta extensibilidad y elasticidad.

Las cantidades de grasa y azúcar presentes en la masa, permiten la plasticidad y cohesión de la masa sin la formación de las cadenas de gluten de la harina de trigo. El gluten desarrolla muy poco o nada y la textura de las galletas horneadas es atribuible a la gelatinización del almidón y a la sobre saturación de azúcar, más que a la estructura proteína / almidón.

Se puede ver que las masas antiaglutinantes abarcan la gama más amplia de recetas y las galletas incluidas en este grupo tienen una mayor demanda en los mercados de los países desarrollados. Se pueden establecer divisiones más o menos concretas tales como ricas en grasa, ricas en azúcar, poco enriquecidas etc., pero es difícil definir las como subgrupos. Los límites con otros grupos básicos tampoco se pueden definir. Las semidulces continentales, a causa de la forma de preparar y tratar la

masa, se pueden considerar como de masas antiaglutinantes y por otra parte las masas muy ricas en grasa y azúcar, que son muy blandas y hasta se pueden verter, difieren fundamentalmente en sus consistencias más que en sus recetas básicas.

La naturaleza de la masa permite la impresión de dibujos complejos e intrincados sobre la superficie, por lo que el aspecto puede ser muy diferente de las galletas de los otros grupos.

Raramente se hacen galletas en casa pero las que se hacen casi con seguridad serán de tipo de masa antiaglutinante. Hasta cierto punto esto refleja la facilidad de amasar y formar.

Muchas masas de este grupo se transforman en piezas de masa con un moldeador rotatorio no siendo posible el uso de cortadoras oscilantes.

Galletas por deposición de masa blanda

Son masas antiaglutinantes lo suficientemente blandas como para ser extruidas a través de toberas en vez de moldeadores rotatorios o troqueladoras oscilantes.

La deposición permite no solamente la obtención de formas de fantasía sino que por sincronización de dos o más toberas se puede combinar masas de diferentes colores o sabores o añadir mermelada o jalea encima de una pieza de masa.

1.5.4. Proceso de elaboración de galletas

De manera general se describe a continuación las etapas más importantes de los procesos de elaboración de galletas:

Pesado de ingredientes

Se pesan los ingredientes de acuerdo a receta o formulación.

Mezcla de ingredientes

La operación de mezcla tiene por objeto la unión de los ingredientes y la incorporación de aire hasta formar una pasta homogénea.

La mezcla se realiza usualmente en mezcladoras diseñadas especialmente para la industria; entre éstas destaca las mezcladoras de tipo horizontal y las mezcladoras de

tipo vertical. Las de tipo vertical, más lentas que las mezcladoras horizontales, son usadas para masas fermentadas. Para el resto de masas usualmente se utilizan las mezcladoras de tipo horizontal.

Son tres los métodos básicos de mezcla para las galletas llamadas del tipo dulce: 1) método en una sola etapa; 2) método del cremado o de múltiples etapas; y 3) mezcla continua.

En cuanto a las galletas fermentadas, a diferencia de las galletas de dulce, deben seguir un proceso de fermentación el cual se realiza por lo general mediante un método conocido como "esponja".

Fermentación

Proceso que consiste en la transformación de los almidones y azúcares presentes en la harina para convertirlos en azúcares fermentables que al descomponerse producen gas carbónico y alcohol.

Este proceso se realiza por efecto de la acción de las levaduras en presencia de ciertas sustancias ya presentes en el grano del trigo denominadas enzimas. Se trata de un proceso controlado que debe llevarse a temperatura y humedad relativa adecuada. Estos valores se encuentran alrededor de 25 a 30 °C y 75 a 85% de humedad relativa.

Laminado

La operación consiste en pasar la masa fermentada por varios pares de rodillos lisos con el objeto de estirar la masa en una o varias capas para darle forma de una banda continua facilitando las siguientes etapas de calibrado y corte de masa.

La operación de laminado tiene variantes, como en el caso de las galletas de crema, que permiten colocar rellenos a base harina y grasa entre dos capas que le darán a las galletas una estructura escamosa y hojaldrada.

Calibración

La calibración consiste en reducir el espesor de la masa de manera gradual hasta conseguir una lamina de espesor uniforme preparada para cortar y moldear.

La operación se realiza usualmente con tres pares de rodillos lisos que van reduciendo el espesor progresivamente hasta llevarla a valores alrededor de 1 a 1.5 mm.

Moldeado de la masa

La masa para galletas puede moldearse hasta en tres formas: 1) mediante el corte de la masa en trozos de tamaño y forma adecuada (troqueladoras oscilantes, ver figura 1.4); 2) utilizando moldes donde se introduce la masa a presión (moldes rotatorios, ver figura 2.5); y, 3) por expulsión de la masa a través de un tubo cuyo orificio de salida tiene formas variadas (moldes con toberas, ver figura 1.6). De estos tres métodos el más empleado es el primero; mediante este sistema se obtiene las galletas planas que se encuentran en el mercado (galletas cuadradas, rectangulares, figuras de animales, etc.). En este método la masa debe ser primeramente laminada y calibrada con el objeto de formar una pasta continua, uniforme y de espesor determinado que posibilite su corte o división en las máquinas troqueladoras. Estas máquinas están compuestas de un bloque principal, dotado de un movimiento alternativo de arriba hacia abajo. Este movimiento le permite ejercer presión sobre la masa que se desplaza horizontalmente sobre una faja transportadora. Aquí, los elementos cortadores colocados en la base del bloque, cortan en proporciones iguales a la vez que se imprime grabados sobre la superficie de las piezas cortadas. El laminado inicial de la masa y/o calibrado se realiza en laminadores, compuestos por cilindros de metal, cuya separación (abertura) regulable permite darle a la masa el espesor adecuado.



Figura 1.4. Troqueladora oscilante



Figura 1.5. Moldes rotatorios



Figura 1.6. Moldes con toberas

Horneado

La labor básica del horneado consiste en transferir calor a las piezas de masa para lograr la cocción. El horno de mayor uso y que supera ventajosamente a cualquier otro es el horno de banda, que tiene un flujo continuo y se fabrica para toda clase de producciones. Controla con excelentes resultados el tostado, color, contenido de humedad del producto y el esparcimiento (relación entre el diámetro y el espesor de la galleta).

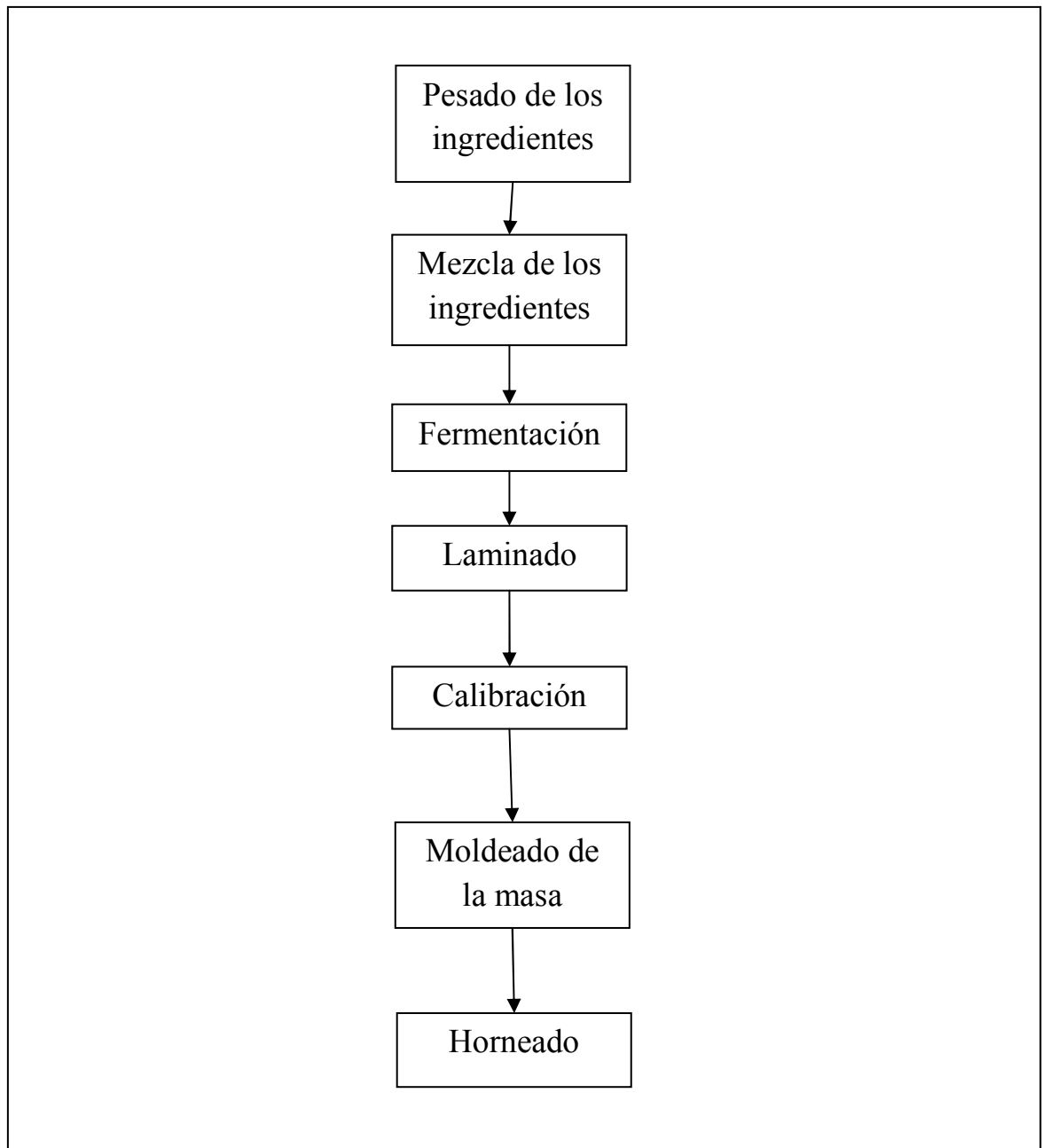


Diagrama 1.4. Fabricación de galletas

Capítulo 2

Materiales y métodos

2.1. Materiales empleados

Harina fina de algarroba tostada

Harina fina de algarroba tostada procedente de la empresa "La Españolita" ubicada en la ciudad de Piura, elaborada con materia prima acopiada en la misma localidad. Es un producto relativamente nuevo; actualmente no la produce regularmente sino sólo cuando ha tenido pedidos para exportación.

Para las pruebas de laboratorio se adquirieron dos sacos de 25 kg cada uno.

Cacao natural en polvo (*cocoa*)

Proveedor: Romero Trading S.A.

Se trata de una cocoa sin tratamiento de alcalinización.

Se adquirió una bolsa de 25 kg para las pruebas

Harina de trigo

Harina comercial Nicolini Galletera PG. Proveedor: Alicorp S.A.A.

Para las pruebas de laboratorio se adquirió un saco de 50 kg.

Grasa

Manteca Famosa Costa 100% vegetal. Proveedor: Alicorp S.A.A.

Otros ingredientes:

- Azúcar molida
- Leudantes químicos
- Colorantes
- Esencias
- Conservantes

2.2. Métodos empleados

Los métodos aplicados, pueden separarse en dos grandes grupos: pruebas de caracterización de las principales materias primas utilizadas, y la elaboración de galletas para la determinación de los niveles de sustitución óptimos del polvo de cacao por harina fina de algarroba tostada.

2.2.1. Caracterización de las materias primas principales

Se caracterizaron las materias primas principales (harina fina de algarroba tostada, polvo de cacao y harina de trigo) tomando como referencia las hojas técnicas proporcionadas por los proveedores y/o las normas técnicas existentes. Los resultados obtenidos se presentan en el Capítulo 3.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de SidSur (Alicorp), en Arequipa; la mayoría de los métodos fueron los estándares de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists); los resultados se obtuvieron al hacer las pruebas de laboratorio por duplicado.

Se detallan en las Tablas 2.1, 2.2 y 2.3 los principales parámetros y métodos utilizados en la caracterización de las materias primas, así como la fuente de referencia de la que se tomaron los valores o rangos para comparar los resultados.

Tabla 2.1. Métodos utilizados en la caracterización de la harina fina de algarroba

Propiedad	Método AOAC	Fuente de referencia
Humedad (%)	931.04	NTP 209.603 "Harina de algarroba tostada"
Proteína bruta (%)	970.22	NTP 209.603 "Harina de algarroba tostada"
Cenizas (%)	972.15	NTP 209.603 "Harina de algarroba tostada"
Granulometría	--	NTP 209.603 "Harina de algarroba tostada"
pH	970.21	NTP 209.603 "Harina de algarroba tostada"
Grasa (%)	963.15	Informe Técnico MINSA (Anexo 5)
Fibra bruta (%)	930.20	Informe Técnico MINSA (Anexo 5)
Acidez sulfúrica (%)	NTP 205.039	Informe de Ensayo SAT (Anexo 4)

Tabla 2.2. Métodos utilizados en la caracterización del polvo de cacao

Propiedad	Método	Fuente de referencia
Humedad (%)	AOAC 931.04	Ficha técnica Romero Trading
Cenizas (%)	AOAC 972.15	Ficha técnica Romero Trading
Grasa (%)	AOAC 963.15	Ficha técnica Romero Trading
Fibra bruta (%)	AOAC 930.20	Ficha técnica Romero Trading
Granulometría	Romero Trading	Ficha técnica Romero Trading
Proteína bruta (%)	AOAC 970.22	Ficha técnica Romero Trading
pH al 10% y 40 °C	AOAC 943.02	--

Tabla 2.1. Métodos utilizados en la caracterización de la harina de trigo

Propiedad (%)	Método	Fuente de referencia
Humedad	AOAC 925.10	Ficha Técnica Alicorp
Cenizas	NTP 205.038	Ficha Técnica Alicorp
Acidez sulfúrica	NTP 205.039	Ficha Técnica Alicorp

2.2.2. Elaboración de galletas

Una vez caracterizadas las materias primas principales, se procedió a elaborar galletas utilizando una fórmula estándar con el objeto de evaluar los cambios generados en el producto como resultado del reemplazo parcial o total del polvo fino de cacao por la harina fina de algarroba tostada. La fórmula estándar elegida es del tipo de galletas dulces de chocolate.

Tomando como referencia una galleta patrón (elaborada con 100% de polvo fino de cacao) se realizaron sustituciones parciales hasta el reemplazo total por harina fina de algarroba, utilizando primeramente la formulación sin la presencia de esencias y colorantes y luego con los ingredientes completos a fin de evaluar adecuadamente con y sin saborizantes el efecto de las sustituciones.

La primera prueba fue la correspondiente a la corrida sin saborizantes ni colorantes. Los porcentajes de sustitución aplicados fueron: 10, 20, 30, 40, 50 y 100%.

La segunda corrida, con esencias y saborizantes, fue aplicada en los porcentajes de sustitución: 30, 40, 50, 60%. Se decidió cambiar el rango de sustituciones en esta segunda corrida debido a los resultados obtenidos con la primera en la que se tuvo éxito con una sustitución hasta el 20%, de manera que considerando que la diferencia entre el patrón y las sustituciones se vería disminuida por efecto de los colorantes y saborizantes, iniciamos el rango con sustituciones mayores.

En los acápites siguientes se detallan los procedimientos seguidos para la ejecución de las pruebas. Los resultados obtenidos se muestran en el Capítulo 3.

2.2.2.1. Formulación, materiales y procedimiento

Se utilizó una fórmula de galletas tipo dulce de masa antiaglutinante que lleva como ingrediente polvo fino de cacao.

El polvo fino de cacao es muy utilizado en este tipo de masas (antiaglutinantes) no siendo de uso común en galletas tipo sodas u otro tipo de galletas dulces.

Para este caso, la fórmula estándar empleada es representativa y adecuada para evaluar los niveles de sustitución.

Tabla 2.1. Formula estándar para galleta de chocolate

Etapas	Ingredientes	% en base al peso de la harina
Pre-batido	Bicarbonato de sodio	0.72
	Sal	0.50
	Grasa	26.40
	Azúcar molida	37.00
	Emulsificantes	0.80
	Esencia y colorantes	0.30
	Agua (mL)	22.00
Batido	Harina	100
	Pirofosfato de sodio	0.40
	Leche en polvo	1.44
	Polvo fino de cacao	6.80

Materiales

- Mesa
- Probeta 100 mL
- Vaso precipitado 20 mL
- Vaso precipitado 200 mL
- Espátula
- Cronómetro
- Plancha de acero inoxidable de 3 mm de espesor (46 cm x 35 cm).
- Dos planchas de horneado (24 cm x 27 cm)
- Rodillo laminador de masa
- Rodillo espiralado (estampado)
- Cortador circular de galleta de 46 mm de diámetro
- Dos barras calibradoras de espesor (3.5 mm)
- Películas plásticas (46 cm x 35 cm)
- Bolsas plásticas de polietileno.
- Aceite comestible (10 mL)

Equipos

- Balanza analítica para micro ingredientes (Sartorius)
- Balanza de precisión 0.01 g para ingredientes (Mettler PMII)
- Amasadora 12.5 kg de capacidad (Nova)
- Horno eléctrico (Werner & Pfleiderer)

Procedimiento aplicado

- Precalentar el horno a 180 °C.
- Pesar los ingredientes de acuerdo a formulación.
- **Pre-batido**
 - Colocar los ingredientes del pre-batido en la amasadora con el 80% aprox. de agua.
 - Mezclar a velocidad media durante 3 minutos, limpiando paredes y paleta cada minuto con la ayuda de la espátula
- **Batido**
 - Mezclar y agitar previamente los ingredientes del batido en una bolsa de plástico para homogeneizarlos.
 - Agregar esta mezcla a la amasadora.
 - Mezclar a velocidad alta durante 2 minutos, limpiando paredes y paleta cada minuto con la ayuda de la espátula.

- Agregar el resto de agua y mezclar durante 3 minutos más a velocidad alta, limpiando paredes y paleta cada minuto.
- Retirar la masa de la amasadora y formar una bola sin trabajarla demasiado. Cortar en 4 copos iguales, colocarlas dentro de una bolsa de plástico cerrado para que no se seque y se mantenga húmeda
- **Laminado – moldeado**
 - Tomar un copo de la masa y colocarla sobre la plancha de acero inoxidable cubierta previamente con una película plástica para que no se pegue la masa.
 - Colocar otra película plástica sobre la masa con el mismo objetivo.
 - Colocar dos barras calibradoras de espesor en los costados y laminar.
 - Estampar sin retirar las barras calibradoras con el rodillo espiralado (en forma horizontal y diagonal).
 - Moldear la masa laminada con el cortador circular de galleta y eliminar la masa sobrante.
 - Trasladar a las planchas de horneado teniendo cuidado de no deformar las galletas
- **Horneado**
 - Hornear a 180 °C durante 16 minutos.
 - Sacar inmediatamente las galletas de la plancha y dejarlas enfriar durante 30 minutos.
 - Medir el diámetro y el espesor de las galletas enfriadas en milímetros
 - Evaluar las características organolépticas

Fotografías del ambiente de trabajo y materiales empleados



Figura 2.1. Área de trabajo



Figura 2.2. Batido



Figura 2.3. Laminado



Figura 2.4. Estampado



Figura 2.5. Cortado



Figura 2.6. Horneado



Figura 2.7. Empaquetado

2.2.2.2 Evaluación de las galletas elaboradas

Los controles aplicados al producto obtenido se pueden detallar en las pruebas y/o mediciones mencionadas a continuación:

- Contenido de humedad (Método 13.002 ; AOAC, 1981)
- Dimensiones: largo, ancho, espesor (medidas con pie de rey)
- Factor de esparcimiento (relación diámetro/espesor)
- Aspecto externo y estructura interna de las galletas (*)
- Color (*)
- Sabor (*)
- Sabor residual (*)
- Aroma (*)
- Textura (*)

(*) La metodología para la evaluación de estos parámetros se describe a continuación.

Método empleado para la evaluación sensorial

Para la comparación de productos con la muestra patrón, se aplicó la prueba sensorial denominada “Comparación pareada simple” [2]. Este análisis permite comparar dos muestras, para determinar si el panel de degustación encuentra diferencias significativas entre ellas. El juez o degustador simplemente prueba las dos muestras e indica si encuentra diferencia entre ellas en cuanto a la característica que se evalúa; una de las dos muestras siempre es el patrón y el juez no debe saber cual de ellas lo es.

El panel de degustación estuvo conformado por veinticinco personas, las mismas que realizaron la evaluación para todas las muestras en cuanto a color, sabor, sabor residual, aroma y textura. Se decidió separar las degustaciones en dos fases, en días distintos, para no saturar la capacidad de evaluación del panel y obtener datos más precisos; primero las muestras sin esencias ni colorantes y luego las muestras con esencias y colorantes. Las galletas patrón utilizadas fueron preparadas de acuerdo al tipo, un patrón se hizo con la receta original completa y el otro con la receta sin esencias ni colorantes.

Para la evaluación de los datos obtenidos (Anexo 3), se utilizó una tabla que determina la significancia de los resultados (Anexo 2); la que se construye mediante la aplicación de las pruebas estadísticas de hipótesis de T de Student y la Ji cuadrada.

En cuanto a la evaluación de la estructura y forma de las galletas, se tomó en cuenta el aspecto y la densidad a simple vista, de manera que las muestras podrían ser alveoladas (si presentan la formación de pequeñas burbujas) o compactas, dependiendo de la estructura de la masa horneada.

Capítulo 3

Resultados y discusión

3.1. Caracterización de las materias primas principales

Harina fina de algarroba tostada

En cuanto a las características organolépticas de la harina fina de algarroba tostada podemos afirmar que se trata de un polvo de aspecto homogéneo, libre de grumos e infestaciones. Sabor y aroma característicos de algarroba tostada. Color marrón oscuro y textura suave.



Figura 3.1. Productos analizados

Las características físico-químicas de nuestro producto se muestran en la Tabla 3.1, donde además se han reportado los valores referenciales de las fuentes que se indicaron en la Tabla 2.1.

Tabla 3.1. Características físico - químicas de la harina tostada de algarroba

Parámetros		Resultados	Valores de referencia
Humedad (%)		5.00	Máx: 5.0
Proteína bruta (%)		11.50	7-15
Cenizas (%)		4.80	Máx: 5.0
Grasa (%)		4.10	3.81
Fibra bruta (%)		8.50	10.40
Acidez sulfúrica (%)		0.30	0.50
pH		5.00	5.30
Granulometría (% retenido)	mallá 180	0.42	Máx: 5.0
	mallá 150	48.00	Máx: 50.0

Resultados: la harina de algarroba utilizada cumple con los valores utilizados como referencia en la Norma Técnica Peruana 209.603

Cacao en polvo (cocoa)

En cuanto a las características organolépticas de la cocoa, podemos afirmar que es un polvo fino de aspecto homogéneo, libre de grumos e infestaciones, de color pardo, con olor y sabor característicos

La Tabla 3.2 muestra los resultados de caracterización físico-química del cacao en polvo utilizado, comparados con los valores referenciales de la ficha técnica del proveedor, la cual se adjunta en el Anexo 4.

Tabla 3.2. Características físico-químicas del polvo de cacao

Parámetros	Resultados	Valores de referencia
Humedad (%)	4.50	Max: 5.0
Proteína bruta (%)	27.50	
Cenizas (%)	7.00	7.50
Grasa (%)	9.20	10.5 - 12.0
Fibra bruta (%)	2.00	5.4 - 6.5
pH al 10% y 40 °C	5.80	
Retenido mallá 200 (%)	99.30	98.7 - 99.5

Resultados: el polvo de cacao cumple con las características físico químicas especificadas en la ficha técnica del proveedor: Romero Trading.

Harina de trigo

La harina galletera se caracteriza por ser un sólido pulverulento semi fluido, libre de grumos e infestaciones, de color blanco cremoso y olor característico. Fortificada con hierro y vitaminas, sin presencia de bromatos.

Las características físico-químicas podemos detallarlas a continuación:

Tabla 3.3. Características físico-químicas de la harina de trigo

Parámetros	Resultados	Valores de referencia
Humedad (%)	14.30	Max: 15.0
Cenizas (%)	0.60	Max: 0.80
Acidez sulfúrica (%)	0.09	Max: 0.15

Resultados: La harina de trigo cumple con las características físico químicas especificadas en la hoja técnica del proveedor: Alicorp S.A.A.

3.2. Resultados de las pruebas en galletas

3.2.1. Sustitución sin empleo de esencias ni colorantes

Se muestran a continuación los resultados de la primera corrida de pruebas de sustitución, sin empleo de saborizantes ni colorantes. Las muestras están codificadas por una “S” (para identificar a las que no tienen ni saborizantes ni colorantes) seguidas del porcentaje de sustitución. La muestra patrón se codifica SP.

Tabla 3.4. Resultados físico-químicos de la prueba sin esencias ni colorantes

Propiedades	SP	S10	S20	S30	S40	S50	S100
Sustitución (%)	0	10	20	30	40	50	100
Humedad (%)	1.80	2.10	1.90	2.20	2.10	2.00	1.90
Diámetro (mm)	45.27	46.28	45.75	45.63	45.02	45.13	46.13
Espesor (mm)	6.67	6.90	6.55	6.78	6.50	6.70	6.79
Esparcimiento (diámetro / espesor)	6.79	6.71	6.98	6.73	6.93	6.74	6.79
Estructura interna	alveolada	alveolada	alveolada	alveolada	alveolada	alveolada	alveolada

Tabla 3.5. Resultados de las pruebas sensoriales comparativas sin esencias ni colorantes

Resultados	S10	S20	S30	S40	S50	S100
Sustitución (%)	10	20	30	40	50	100
Color	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Sabor	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Sabor residual	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Aroma	NO	NO	NO	SI	SI	SI
Textura	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Se puede distinguir en los resultados que la sustitución del polvo fino de cacao por harina fina de algarroba tostada no afecta significativamente en ninguno de los porcentajes de sustitución a características como las dimensiones de la galleta, así como su porcentaje de humedad. En cambio al analizar las pruebas organolépticas (resultado de la prueba sensorial de “comparación pareada simple”) apreciamos que solamente se logra una sustitución del 20% de manera que es imperceptible para el consumidor/degustador.



Figura 3.2. Galletas sin colorantes ni saborizantes

3.2.2. Sustitución empleando esencias y colorantes

Se muestra el cuadro de resultados con la segunda corrida de pruebas de sustitución, empleando la fórmula completa con saborizantes y colorantes. Las muestras están codificadas por una “C” (para identificar aquellas que tienen colorantes y saborizantes) seguidas del porcentaje de sustitución. La muestra patrón de codifica CP.

Tabla 3.6. Resultados físico-químicos de la prueba con esencias y colorantes

Propiedades	CP	C30	C40	C50	C60
Sustitución (%)	0	30	40	50	60
Humedad (%)	1.80	1.90	2.20	1.80	2.10
Diámetro (mm)	46.67	45.96	46.52	45.70	47.41
Espesor (mm)	6.55	6.94	6.64	7.10	6.88
Esparcimiento (diámetro / espesor)	7.13	6.62	7.01	6.44	6.89
Estructura interna	alveolada	alveolada	alveolada	alveolada	alveolada

Tabla 3.7. Resultados de las pruebas sensoriales comparativas con esencias y colorantes

Resultados	C30	C40	C50	C60
Sustitución	30	40	50	60
Color	NO	NO	SI	SI
Sabor	NO	NO	SI	SI
Sabor residual	NO	NO	SI	SI
Aroma	NO	NO	NO	SI
Textura	NO	NO	NO	SI

Igual que en la prueba anterior la sustitución del polvo fino de cacao por harina fina de algarroba tostada no afecta las dimensiones de la galleta, ni su porcentaje de humedad. De acuerdo a las pruebas obtenidas en la primera corrida, se decidió probar con un rango que se inicia a una sustitución de 30%, debido a que en la primera corrida se obtuvo una sustitución satisfactoria del 20% y partiendo de la premisa de que los colorantes y saborizantes son un factor que disminuye la percepción de diferencia entre las muestras contra la patrón. De esta manera, aplicando el mismo método de análisis sensorial, se obtuvieron resultados satisfactorios (en los que la diferencia entre las galletas de prueba y la patrón no presentan diferencia perceptible por el consumidor/degustador) con una sustitución de hasta el 40%.

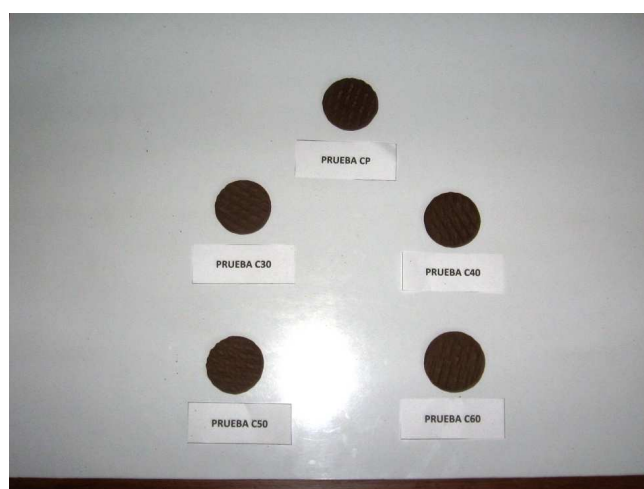


Figura 3.3. Galletas con colorantes y esencias

Conclusiones y recomendaciones

Luego de hacer un análisis de los resultados obtenidos, así como de la experiencia personal lograda a través de este trabajo de investigación, podemos llegar a las siguientes conclusiones.

- a) La harina fina de algarroba tostada, puede ser utilizada satisfactoriamente en galletería (como sustituto del polvo de cacao) con formulaciones industriales, sin presentar complicaciones en el proceso. Se desarrollaron todos los procedimientos normalmente, y no hubo necesidad de ajustar parámetro alguno en ninguno de los niveles de sustitución ensayados.
- b) La harina fina de algarroba tostada no puede ser utilizada en sustitución total del polvo de cacao en procesos galleteros, ya que el sabor del producto final se ve seriamente afectado y el sabor residual de la algarroba tostada en las galletas resulta desagradable al gusto.
- c) Los porcentajes de sustitución óptimos dependerán de la utilización de saborizantes y colorantes, siendo estos beneficiosos para el aumento del porcentaje de sustitución.
- d) El porcentaje de sustitución máximo alcanzado en formulación con saborizantes y colorantes fue 40%. Esta sustitución no es perceptible por el consumidor.
- e) De igual manera que en el punto anterior, la sustitución máxima alcanzada para la formulación sin saborizantes ni colorantes es 20%.
- f) En opinión de los profesionales de la industria galletera donde se realizaron las pruebas, la harina fina de algarroba tostada no es un producto que se pueda ofertar en el mercado doméstico como sustituto del polvo de cacao, porque no resultaría ventajosa debido a que no es factible la sustitución total.

- g) La harina fina de algarroba tostada, por lo expuesto en el punto anterior y por el precio al que se oferta (1100 US\$/t), no resulta un producto atractivo en el mercado de los sucedáneos del polvo de cacao para la industria galletera. En el Anexo 8 se calcula el ahorro obtenido en la formulación con sustitución óptima. No se alcanza el 1% de ahorro del costo final de materiales de la galleta, con lo que no es conveniente su utilización, en términos de reducción de costos.
- h) No se descarta la utilización de la harina fina de algarroba tostada en otras industrias de alimentos como la de bebidas instantáneas, o productos lácteos, donde otros componentes pueden contribuir a mayores sustituciones y sabores finales más agradables y característicos del chocolate.

Es importante proponer estudios futuros sobre este producto, básicamente orientados a mejorar sus propiedades organolépticas de manera que se asemejen más al polvo de cacao, en este sentido puede resultar interesante estudiar pre-mezclas con saborizantes artificiales o utilizando cáscara de cacao finamente molida.

También se sugiere hacer estudios similares al presentado en esta tesis, con aplicaciones en otras industrias alimenticias, como la de bebidas instantáneas, lácteos o helados, ya que otros ingredientes utilizados en estos productos pueden contribuir a sustituciones mayores con sabores cada vez más similares al chocolate.

Finalmente quiero motivar a los productores de la harina fina de algarroba tostada, a intentar obtener precios menores del producto, reduciendo costos de producción. Se tiene como referencia las exportaciones realizadas en el año 2003 y 2005 en las que el precio FOB es bastante menor que el precio de oferta actual, pero a la vez hace que el producto sea más atractivo para el mercado industrial y por lo tanto más competitivo.

Bibliografía

- [1] Kent-Jones D.W., Mitchell E.F. (1962). The practice and science of bread-making. The Northern Publishing.
- [2] Ureña M., D'Arrigo M., Girón O. (1999). Evaluación sensorial de los Alimentos. Editorial Agraria. UNALM.
- [3] Manley D (1983). Tecnología de la industria galletera. Editorial Acribia.
- [4] Prokopiuk D. (2004). Sucedáneo del café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- [5] Manley D. (1996) Biscuit, cookie and cracker manufacturing manuals. Cambridge.
- [6] Cruz G. (1999). Production and characterization of *Prosopis* seed galactomannan. Tesis Doctoral. Swiss Federal Institute of Technology. Zurich.
- [7] Galera, F.M. (2000). Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) en América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Consultada en FAO Document Repository.
<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD314S/AD314S00.htm>
- [8] Curtis A., Race D., Booth W. (1997). Carob agroforestry in the low rainfall Murray Valley. A market & economic assessment. Rural Industries Research & Development Corporation (Australia). Un resumen consultado en:
<http://www.rirdc.gov.au/pub/shortreps/sr24.htm>
- [9] Kox. H.L.M. (2000) The market for cocoa powder. (Background paper). Economic and Social Institute. Free University Amsterdam.
<http://ideas.repec.org/p/wpa/wuwpio/0412002.html>
- [10] International Cocoa Organization. <http://www.icco.org>

- [11] Traskauskas C., Glibota G., Camprubi G. (2001). El desarrollo de nuevos productos alimenticios en la economía regional Chaqueña. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2001. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- [12] Cruz, G., Grados, N., y Ruiz, W. (1998). Aprovechamiento integral de la algarroba (*Prosopis* sp.) como medio para impulsar y promover el desarrollo sostenible de los bosques secos de la Región Grau. Congreso Internacional Bosques Secos y Desertificación. Piura
- [13] Grados N., Bravo L., Saura-Calixto F. (1994). Estudio comparativo entre la algarroba peruana (*Prosopis pallida*) y mediterránea (*Ceratonia siliqua*). Boletín de la Sociedad Química del Perú 60(2).
- [14] Proamazonía (2003). Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. Ministerio de Agricultura.
- [15] Fadel H.H.M., Abdel Magreed M.A., Abdel Samad A.K.M.E., Lofty S.N. (2006). Cocoa substitute: evaluation of sensory qualities and flavour stability. *European Food Research and Technology* 223: 125-131.
- [16] AIB (American Institute of Baking) Online Statistics.
<https://www.aibonline.org/resources/statistics/>
- [17] Norma Técnica Peruana. NTP 206.001:1981 Galletas: requisitos
- [18] Norma Técnica Peruana NTP 209.603 Harina de algarroba tostada
- [19] ITDG (1998) Small-scale processing of cocoa. *Food Chain Journal* #23.
- [20] Theobroma Cacao. Catálogo de especies.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf
- [21] Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13th Edition (1980).
- [22] Quintero M., Díaz K. (2004) El mercado mundial de cacao. *Agroalim.* 9(19):47-59. Venezuela
- [23] European Cocoa Association. The production process from cocoa beans to semi-finished products
<http://www.eurococoa.com/cocoa/story/production.htm>
- [24] SUNAT.
<http://www.sunat.gob.pe>

Anexo 1
Formatos de pruebas

DEGUSTACIÓN					
Nombre:					
Encuentra usted diferencia entre las muestras? Marque con un aspa (X) respuesta afirmativa					
	Color	Sabor	Sabor Residual	Aroma	Textura
Par A					
Par B					
Par C					
Par D					
Par E					
Par F					

Anexo 2
Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia para pruebas comparativas

<i>Número de ensayos (n)</i>	<i>Niveles de probabilidad</i>						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
7	7	7	7	7			
8	8	8	8	8	8		
9	8	8	9	9	9	9	
10	9	9	9	10	10	10	
11	10	10	10	10	11	11	11
12	10	10	11	11	11	12	12
13	11	11	11	12	12	12	13
14	12	12	12	12	13	13	14
15	12	12	13	13	13	14	14
16	13	13	13	14	14	14	15
17	13	14	14	14	15	15	16
18	14	14	15	15	15	16	17
19	15	15	15	15	16	16	17
20	15	16	16	16	17	17	18
21	16	16	16	17	17	18	19
22	17	17	17	17	18	18	19
23	17	17	18	18	19	19	20
24	18	18	18	19	19	20	21
25	18	19	19	19	20	20	21
26	19	19	19	20	20	21	22
27	20	20	20	20	21	22	23
28	20	20	21	21	22	22	23
29	21	21	21	22	22	23	24
30	21	22	22	22	23	24	25
31	22	22	22	23	24	24	25
32	23	23	23	23	24	25	26
33	23	23	24	24	25	25	27
34	24	24	24	25	25	26	27
35	24	25	25	25	26	27	28
36	25	25	25	26	27	27	29
37	25	26	26	26	27	28	29
38	26	26	27	27	28	29	30
39	27	27	27	28	28	29	31
40	27	27	28	28	29	30	31

Anexo 3

Resultados de la prueba de degustación

Las muestras con “S” son aquellas que no contienen ni colorantes ni esencias; mientras que aquellas con “C” tienen la receta con esencias y colorantes. Los dígitos numéricos determinan los porcentajes de sustitución de harina de cacao por harina de algarroba.

	Nro de aciertos (encontraron diferencia contra el patrón)				
Muestra	color	sabor	residual	aroma	textura
S10	01	02	02	00	00
S20	02	03	02	03	00
S30	20	21	25	09	03
S40	19	25	25	25	08
S50	25	25	25	25	20
S100	21	25	25	25	20
C30	03	02	04	00	06
C40	08	04	03	02	05
C50	20	22	25	09	12
C60	21	25	25	21	19

Anexo 4

Informe de ensayo de harina fina de algarroba tostada



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

AV. ALMIRANTE GUISSÉ 2580 - 2586 - LIMA 14 TELÉFONOS: 222-0518 222-0611 221-3431 LIMA - PERU

TELEFAX: 221-3441 221-4965 222-0512 LIMA - PERU

E-mail: satperu@satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° 2247-2004

PRODUCTO : HARINA DE ALGARROBA

Post-it[®] Transmisión por Fax 7671		7671	
FECHA/ DATE	N° DE PAGINAS/ # OF PAGES	FECHA/ DATE	N° DE PAGINAS/ # OF PAGES
DE/FROM		DE/FROM	
COMPañIA/CO.	COMPañIA/CO.	COMPañIA/CO.	
DEPARTAMENTO/DEPT.	TELÉFONO/PHONE #	TELÉFONO/PHONE #	
FAX	FAX	FAX	

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: NINGUNA

PRESENTACION : BOLSA POLIETILENO SELLADA SIN LITOGRAFIAR
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 BOLSA x 489g
MUESTRA DIRIMIENTE : 01 BOLSA x 500g
(PERIODO DE CUSTODIA : 90 DIAS A TEMPERATURA AMBIENTE, A PARTIR DE LA FECHA DE RECEPCIÓN)

ANALISIS	RESULTADOS	METODO DE ENSAYO
Humedad %	2,02	AOAC 925.10 (2000) Cap.32 Ed. XVII Pág.1 Solid (total) and moisture in flour.
Acidez (exp.ác. sulfúrico) (*) %	0,53	NTP 285.039 (1975) Harinas. Det. de la acidez titulable.
Granulometría		NTP 205.050 (1985) Item 7.1.1 Pg. 4. Hojuelas de avena. Tamano de partícula
- Sobre Malla 170 %	74,78	
- Base %	25,22	
Num.Bacillus cereus ufc/g Est	<100	ICMSF (1983) Vol. 1 2° Ed. Pág. 285-286 (Traducción versión original 1978) Reimpreso 2000 en castellano (Ed. Acribia)
Num. Hongos: -Mohos ufc/g Est	30	ICMSF (1983) Vol. 1 2° Ed. Pág. 166-167 (Traducción versión original 1978) Reimpreso 2000 en castellano (Ed. Acribia)
-Levaduras ufc/g Est	<10	
Detección de Salmonella /25g	Ausencia	FAO 14/4 REV. 1 CHAPTER 4 Pag. 27-44 excepto E 4. Salmonella conventional method for the detección of salmonella.
Num. Enterobacteriaceae ufc/g Est	<10	ICMSF (1983) Vol.1 2° Ed. Pág. 149-150 (Traducción versión original 1978) Reimpreso 2000 en castellano (Ed. Acribia)

(*) CALCULADO EN BASE AL 15% DE HUMEDAD

FISICO ORGANOLÉPTICO :

- ASPECTO : PRODUCTO EN POLVO HOMOGÉNEO, LIBRE DE GRAMOS
- COLOR : MARRON OSCURO
- OLOR : CARACTERÍSTICO A ALGARROBA
- TEXTURA : SUAVE

LIMA, 17 DE MAYO DEL 2004

QUIM. CLOTHILDE HUAPAYA B.
JEFE DIVISION TECNICA
C.Q.P N° 296

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO
VALIDO POR 90 DIAS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA
QUEDA ABSOLUTAMENTE PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE
INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA Y EXPRESA DE SAT S.A.C

- PAG. 1 DE 1 -

/L/E

Anexo 5

Informe técnico de harina fina de algarroba tostada



LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL

FILIAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD



"AÑO DEL ESTADO DE DERECHO Y DE LA GOBERNABILIDAD DEMOCRATICA"

PIURA, 13 DE FEBRERO DE 2004

INFORME TECNICO N° 048-2004/GOB.REG.-PIURA -DRSP-LRR-DLQM

MUESTRA : HARINA DE ALGARROBA

PROCEDENCIA :

ANALISIS SOLICITADO :

SOLICITANTE :

FECHA DE RECEPCION :

N° DE MUESTRA :

Post-it [®] Transmisión por Fax 7671		FECHA/ DATE	N° DE PAGINAS/ # OF PAGES
PARA/TO		DE/FROM	
COMPANIA/CO.		COMPANIA/CO.	
DEPARTAMENTO/DEPT.		TELEFONO/PHONE #	
FAX		FAX	

R E S U L T A D O S

MUESTRA	HARINA DE ALGARROBA (03 Bolsas x 500g. c/u.)	VALOR REFERENCIAL
DETERMINACIONES		
ENVASE Y ROTULADO	Envase : Plástico de alta densidad, sellado al calor por los extremos. Rotulado : Harina de Algarroba. Malla 180.	
ANALISIS QUIMICOS :		
Azucres Totales (%)	60	38 - 45
pH	5.27	5.5
Sodio mg./100g.	107.4	0.05 - 0.1
Calcio mg./100g.	141.6	0.3 - 0.4
Magnesio mg./100g.	114.2	0.02 - 0.03
Potasio mg./100g.	2109.5	1.2 - 1.4
Fosforo mg./100g.	170.0	0.05 - 0.07
Proteínas (%)	11.66	4 - 5
Humedad (%)	2.61	1 - 4
Cenizas (%)	4.38	2.5 - 3.5
Grasa (%)	3.81	0.4 - 0.6
Fibra Bruta (%)	10.40	4 - 6
Carbohidratos (%)	67.14	-
Valor Calórico (Kcal/100g.)	349.49	3500 - 4100 Kcal/kg.
ANALISIS FISICO :		
Granulometría (Malla 180)	100.0	100%
ANALISIS MICROBIOLOGICOS :		
Numeración de Microorganismos Aerobios Mesófilos Viables.- UFC/g.	28 x 10	< 50 x 10 ²
Numeración de Coliformes.- NMP/g.	< 3.0	AUSENCIA (< 3/g.)
Numeración de Mohos y Levaduras UFC/g.	< 10 ^{2*}	10 ²
Numeración de E.coli NMP/g.	< 3.0	AUSENCIA (< 3/g.)
Investigación de Salmonela x 25 g. Muestra	AUSENCIA	AUSENCIA

NOTA . MUESTRA ALCANZADA POR EL SOLICITANTE.

Anexo 6

Ficha técnica del cacao en polvo de Romero Trading

Cacao en polvo

Es el producto obtenido del grano de cacao: tostado, molido (sin cáscara), prensado (torta de cacao) y reducida a polvo fino por procesos mecánicos; de color pardo, con olor y sabor característico.

Especificaciones microbiológicas

- | | | |
|---|--|-------------------|
| • | Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables, ufc/g. | < 10 ⁴ |
| • | Coliformes totales, NMP/g | < 3 |
| • | E. Coli, NMP/g. | < 3 |
| • | Investigación de salmonella (en 25g) | negativo |
| • | Hongos ufc/g | <100 |
| • | Levaduras ufc/g | <100 |

Fisicoquímicas

- | | | |
|---|---------------------------|-------------|
| • | % Humedad | 5% max |
| • | Plomo mg/kg | < 0.3 |
| • | Aflatoxinas ppb | < 10 |
| • | Manteca de cacao % | 10.5 - 12 |
| • | Cenizas % | 7.5 |
| • | pH al 10% y 40 °C | 5.4 - 6.5 |
| • | Granulometría (malla 200) | 98.7 – 99.5 |

Organoléptico

- | | | |
|---|-------|----------------|
| • | Sabor | característico |
| • | Color | característico |
| • | Olor | característico |

Posibles consumidores

El producto está destinado a uso industrial, en la elaboración de coberturas, confitería, pastelería y afines, en donde se someterá a tratamiento térmico de acuerdo a uso y estándares del cliente.

Vida útil

01 año.

Condiciones de almacenamiento

El producto se almacenará en ambientes frescos, evitando la humedad y exposición directa a los rayos solares.

Presentación y material de empaque

Bolsas de 25 kg.

Bolsas de papel kraft multipliego laminadas interiormente con polietileno atóxico.

Rotuladas con fecha de producción y vencimiento.

Anexo 7: Harina de trigo. Hoja técnica Alicorp S.A.A.



Servicio al Cliente
0-800-12542 (sin costo) ó 5950444
atencionclientes@alicorp.com.pe

Alicorp S.A.A
Planta Callao

Av. Argentina 4793
Carmen de la Legua Reynoso
Lima 100 - Perú
T (511) 3150800
http://www.alicorp.com.pe

HOJA TÉCNICA

PRODUCTO : NICOLINI GALLETERA PG

CARACTERÍSTICAS	LIMITES	UNIDADES	METODOS ANALÍTICOS
FISICO QUIMICAS			
HUMEDAD	Max. 15	%	AACC 44-15A
CENIZAS, 15% humedad	Max. 0.8	%	NTP 205.038
ACIDEZ, como ácido sulfúrico	Max. 0.15	%	NTP 205.039
MICRONUTRIENTES, de acuerdo a ley N° 28314			
Tiamina (Vitamina B1)	5.0	mg/Kg	-
Riboflavina (Vitamina B2)	4.0	mg/Kg	-
Niacina (Vitamina B3)	48.0	mg/Kg	-
Ácido fólico	1.2	mg/Kg	-
Hierro	55.0	mg/Kg	-
MICROBIOLOGICOS, de acuerdo a ley N° 26842			
Enterobacterias	Max. 10 ³	g/mL	ICMSF-Microorganism in Foods 1/2nd Ed. 1978
Salmonella	ausente	g/mL	FDA/BAM Online:1995 8 th Ed.
Mohos	Max. 10 ⁴	g/mL	FDA/BAM Online:1995 8 th Ed.
Levaduras	Max. 5x10 ³	g/mL	FDA/BAM Online:1995 8 th Ed.
Bacillus Cereus	Max. 10 ³	g/mL	FDA/BAM Online: 1995; 8th ed.

NOTA: La harina no contiene Bromato de Potasio

DEFINICIÓN

Harina de trigo para consumo humano fortificada con hierro y vitaminas

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Sólido pulverulento semi fluido de color blanco cremoso y de olor característico

CONDICIONES SANITARIAS

La harina de trigo para consumo humano ha sido fabricado a partir de trigos sanos y limpios. Ni la materia prima, ni los productos intermedios, ni el producto terminado han estado en contacto con minerales ni sustancias ajenas a la molienda del trigo

CONTENIDO NETO AL ENVASAR

El contenido neto debe ser de 50 kg referido a una humedad de 15%

MATERIAL DE ENVASE

Bolsas de polipropileno/polietileno, sacos de tocuyo o bolsas de papel.

TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Consumir el producto preferentemente dentro de los 6 meses seguido a la fecha de fabricación

ALMACENAMIENTO

Conservar el producto en un ambiente cubierto, limpio, ventilado, seco y libre de contaminación y de olores fuertes

TRANSPORTE

Transportar los sacos del producto en camiones o contenedores limpios, cubiertos y libre de material contaminante

Anexo 8: Costo comparativo en materiales para la producción de galleta

Notas: Calculado para un lote de producción de una tonelada.

Receta original

Ingredientes	Receta	US\$/kg	Cant (kg)	Costo (US\$)
Bicarbonato de sodio	0.72	0.40	4.32	1.73
Sal	0.50	0.10	3.00	0.30
Grasa	26.40	1.35	158.40	213.84
Azúcar molida	37.00	0.45	222.00	99.90
Emulsificante	0.80	0.85	4.80	4.08
Esencias y colorantes	0.30	34.90	1.80	62.82
Harina	100.00	0.59	600.00	354.00
Pirofosfato de sodio	0.04	1.18	0.24	0.28
Leche en polvo	1.44	5.65	8.64	48.82
Polvo fino de cacao	6.80	1.40	40.80	57.12
COSTO TOTAL				842.89

Receta con 40% de sustitución de polvo de cacao por harina fina de algarroba

Ingredientes	Receta	US\$/kg	Cant (kg)	Costo (US\$)
Bicarbonato de sodio	0.72	0.40	4.32	1.73
Sal	0.50	0.10	3.00	0.30
Grasa	26.40	1.35	158.40	213.84
Azúcar molida	37.00	0.45	222.00	99.90
Emulsificante	0.80	0.85	4.80	4.08
Esencias y colorantes	0.30	34.90	1.80	62.82
Harina	100.00	0.59	600.00	354.00
Pirofosfato de sodio	0.04	1.18	0.24	0.28
Leche en polvo	1.44	5.65	8.64	48.82
Polvo fino de cacao	4.08	1.40	24.48	34.27
Harina fina tostada de algarroba	2.72	1.10	16.32	17.95
COSTO TOTAL				837.99

Costos comparativos

Costos totales (US\$)	Receta original	842.89
	Sustitución al 40%	837.99
Ahorro	US\$	4.90
	%	0.6%

Anexo 9: Ficha técnica harina de algarroba mediterránea Carochoc.

Carochoc - 4'5

Composición

Humedad	2-4 %
Proteína	4-6 %
Fibra	4-6 %
Grasa	0'4-0'9 %
Cenizas	2'5-3'5 %
Azúcares Totales	35-40 %
Otros Carbohidratos	45%
Lignina	20-22 %
Celulosa	7-8'5 %
Hemicelulosa	6-7'5 %
Pectina	3-4 %
Otros	3-4 %
Lipasa	libre
PH	5-6
Calcio:	0'3 %
Sodio:	0'1 %
Fósforo:	0'05 %
Potasio:	1'1 %
Valor Energético Bruto:	3.400 klc.

Mesh - A.S.T.M.

On 200	1-2 %
On 140	0 %

Micro. Especificación

Cantidad/Gramo Plato Aerobico	200 max.
Gramo Molde	75 max.
Gramo Levadura	10 max.
E. Coli	negativo
Coliformas Totales	negativo
Salmonela	negativo
Aflatoxina	negativo

Anexo 10: Ficha técnica de sustituto sintético para el polvo de cacao.

Cocoa Powder Substitute 5053

Description

A brown coloured free flow powder with a strong aroma and flavour of cocoa powder.

Bulk density at 25 deg C : 0.552 - 0.557

Aplication

As a direct 1:1 substitute for cocoa powder.

Beverage : 0.5 - 1% w/w in RTD.

Cake / ice-cream : same amount as cocoa powder.

Chemical and Physical Constants

Fat Content: 5.5% + 1%

Moisture: 6.0% + 1%

pH: 8.0 + 0.2%

Cocoa shell content: 1.0% + 0.2%

Fineness (200 mesh): 99.5% + 1%

Ash content: 15% + 1%

Bacterial Constants

Total plate count per g max 5000

Moulds per g max 50

Yeast per g max 50

Enterobacteriaceae in 1g neg.

Salmonella 2x375g neg.

Lipase in 1g neg.

Thermoresistant Thermophilic per g max 100

Sporeforming bacteria

Thermoresistant Mesophilic per g max 1000

Sporeforming bacteria

Legal Status

Cocoa powder substitute consists of Cocoa powder, incorporating nature-identical dark chocolate flavour base on cocoa pyrazines, vanillin and dextrose monohydrate.

Storage / Shelf Life

Keep sealed in a cool place, away from direct sunlight. This product is stable for 24 months.