

## Resumen

“Aplicaciones del cacao en la industria alimentaria: desarrollo de nuevos usos y métodos de procesado” es una tesis doctoral industrial que tiene por objetivo dar respuesta a gran parte de los retos a los que se enfrenta la industria de transformación del cacao fruto de las crecientes demandas sociales y últimos cambios legislativos. Entre estos retos se incluyen la sostenibilidad de toda la cadena de valor, la escasez de materias primas y el aumento de la demanda, la adaptación a las nuevas tendencias del mercado (clean label) y las crecientes demandas de producto por parte de los consumidores. Para dar respuesta a estos retos, la tesis se ha dividido en cuatro capítulos, estando alineados cada uno de ellos con un reto diferente.

En el capítulo I, se estudian los problemas principales a los que se enfrentan hoy en día las plantaciones de cacao. Estos problemas se pueden agrupar en dos bloques: problemas medioambientales (baja productividad de los árboles, deforestación, contaminación...) y sociales (malas condiciones de los agricultores, trabajo infantil...). Estos problemas han hecho que se creen asociaciones y plataformas de ayuda desde tres visiones distintas: movimientos internacionales, gobiernos locales y las multinacionales del mundo del cacao. Como conclusión a este capítulo se extrae que el consumidor es cada vez más consciente de los problemas de sostenibilidad en el mundo del cacao, pero no está tan informado sobre los programas de certificación que se están llevando a cabo. La falta de información disponible para el consumidor y el hecho de hacer la compra cada vez más de forma rutinaria, hace que quede mucho camino por recorrer para que el etiquetado sostenible sea realmente apreciado por los consumidores. Por todo ello, la industria del cacao tiene un gran reto en los próximos años buscando la manera de que los consumidores valoren y conozcan todos estos programas de sostenibilidad. Estas acciones ayudarán a la industria del cacao a posicionarse en el mercado, progresar hacia un futuro más sostenible y diferenciarse de la competencia. Estos movimientos que se han desarrollado en los últimos años tienen que ser el comienzo de una nueva era y un progreso continuo hacia la mejora de la sostenibilidad tanto social, como económica y ambiental, para poder asegurar que este alimento tan valorado por todos como es el chocolate no comprometa el bienestar del planeta ni de las personas que lo cultivan.

En cuanto al capítulo II, se ha estudiado el efecto del tipo de alcalinización (en virutas de cacao o en torta), el tipo de agente alcalino utilizado ( $K_2CO_3$ , KOH and  $NaHCO_3$ ) y la intensidad de la alcalinización (media o fuerte) en la calidad físico-química y sensorial de un producto elaborado a partir de cacao en polvo producido con estas variables: bizcocho con sabor a chocolate. Generalmente se considera que entre ambos tipos de alcalinización hay una diferencia de costes que hacen más rentable la alcalinización en torta, aunque a nivel de sabor siempre se ha considerado mejor la alcalinización en nib. Además, en los últimos años se está observando una escasez de sales de potasio, las cuales han sido las más utilizadas para la alcalinización en los últimos años. Por tanto, en un momento en el que la alcalinización en torta podría ayudar a paliar las fluctuaciones en el precio del cacao alcalinizado y donde la sustitución de sales de carbonato de potasio por otras sales más económicas podría abaratar y simplificar los procesos, el

objetivo de este capítulo es esclarecer si en realidad estas diferencias son tan evidentes en la aplicación final donde se incorpora el cacao.,. Para ello, se realizaron varios lotes de cacao alcalinizado en diferentes condiciones, y con ellos se prepararon con consiguientes bizcochos con sabor a chocolate. Las conclusiones obtenidas evidencian diferencias entre los procesos y parámetros estudiados. El uso de KOH como sal alcalinizante dio como resultado un cacao en polvo más oscuro y rojizo mientras que con el  $\text{NaHCO}_3$  se obtuvo un cacao en polvo más claro. Estos efectos también se observaron tanto en la masa como en el bizcocho final. No se encontraron diferencias significativas en color y textura cuando se comparó la utilización de cacao alcalinizado con  $\text{K}_2\text{CO}_3$  en virutas o en torta. Sin embargo, a través de ensayos de reología se observó que la masa elaborada con cacao en polvo alcalinizado en nib era más elástica. Pese a todo esto, los consumidores no apreciaron muchas diferencias entre la alcalinización en virutas y en torta, ni entre los distintos agentes alcalinizantes estudiados, aunque los más oscuros fueron percibidos como más sabrosos. Estas conclusiones ayudan a la industria a tener un margen más grande de posibilidades de materias primas para el proceso de alcalinización, ya que en la actualidad se está observando escasez de algunos materiales, como por ejemplo las sales de potasio.

Por otro lado, el objetivo del capítulo III es estudiar una nueva vía de desarrollo para las empresas de productos horneados que les ayude a adaptarse a la nueva tendencia del “Clean label” en la elaboración de bizcochos con sabor a chocolate. Este capítulo está dividido en dos fases. En estas, se estudia el reemplazo de cacao alcalino por cacao natural (primera fase) y cacao alcalino medio (segunda fase) a la vez que se incrementan los niveles de bicarbonato de sodio (utilizado comúnmente en la elaboración de bizcochos). Con esto se pretende estudiar dos tendencias actuales en el mercado: etiquetas más limpias (clean label) y evitar el etiquetado del contenido de álcali mayor del 7% (tendencia en auge en algunos países). Los resultados mostraron que es posible obtener bizcochos con colores y sabores similares a los realizados con cacao alcalino medio utilizando cacao natural y 1.5-1.8 veces la cantidad de bicarbonato de sodio estándar, utilizado como agente leudante. Por otro lado, es posible obtener un cacao alcalino fuerte utilizando cacao alcalino medio y 1.8 veces la cantidad de bicarbonato de sodio estándar.

En el último capítulo, capítulo IV, se estudió el uso de manteca de cacao y torta de cacao como sustituto del licor de cacao con el objetivo de buscar métodos alternativos al procesado tradicional del chocolate, para poder estar preparados ante un aumento de la demanda de producto o evitar los altos costes arancelarios del licor en algunos países. Las dos partes de este trabajo consistieron en formular chocolates a partir de licor de cacao reconstituido y alto contenido de cacao (95%) y comparar sus propiedades físico-químicas y sensoriales con las del chocolate elaborado tradicionalmente que contiene los porcentajes habituales de cacao (70%). Los resultados mostraron que, para el mismo porcentaje de cacao, los chocolates formulados a partir de licor reconstituido eran del mismo color y tenían una aceptación sensorial similar a pesar de poseer menos viscosidad y un contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante ligeramente menor que los formulados con licor de cacao. A pesar de estas diferencias, un análisis de componentes principales y un análisis sensorial revelaron que las diferencias físico-

químicas asociadas con la formulación son menos importantes que las causadas por el aumento del porcentaje de cacao. En consecuencia, el método propuesto representa una alternativa interesante para preparar chocolate más barato en determinados países o en determinadas épocas del año en las que se incrementa el precio del licor de cacao (ingrediente habitual en la formulación tradicional).