

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Adaptación del proceso de deshidratación de banano para mango”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentado por:

María Ofelia Cañarte Ramírez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A mis padres que hicieron posible mi educación y me han guiado en cada momento de mi vida. A mis hermanos y enamorado por su apoyo incondicional. A mis amigos preocupados por mi porvenir. A todos quienes de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo final de graduación.

DEDICATORIA

A mis padres que siempre apoyan mi desarrollo profesional y personal. Un pequeño detalle que disfrutarán en vida.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Priscila Castillo Soto

VOCAL

Ing. Karín Coello Ojeda

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

María Ofelia Cañarte Ramírez

RESUMEN

En una empresa exportadora de frutas deshidratadas se admite una solicitud de compra de un cliente para quien se debe desarrollar un nuevo producto, para lo cual se realiza la adaptación de la línea de deshidratación de banano entero para deshidratar mango en trozos. El objetivo de este trabajo final de graduación es determinar los parámetros viables para cada etapa del proceso, además determinar la mejor variedad de mango para el proceso de deshidratación.

Para el desarrollo de este proceso se utilizó equipos para deshidratación de frutas, medidor de humedad y medidor de actividad de agua, entre otros para el control de la producción. Se identificaron las etapas a realizar, control de parámetros y se verificó el cumplimiento de normas de calidad para el país de comercialización del producto y requisitos del cliente. El producto obtenido fue mango deshidratado en trozos con una humedad de 12-14%, con una actividad de agua menor a 0.7 y un contenido de metabisulfito de sodio residual expresado en SO_2 menor a 500ppm. Se obtuvo un producto que cumplió con los requisitos del cliente y las normas de calidad para su exportación.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	2
DEDICATORIA	3
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	4
DECLARACIÓN EXPRESA	5
	Pág.
RESUMEN	6
INDICE GENERAL	7-9
ABREVIATURAS	10
SIMBOLOGÍA	10
INDICE DE FIGURAS	10
INDICE DE GRAFICOS	10
INDICE DE TABLAS	10 11
BIBLIOGRAFIA	11
INTRODUCCIÓN	12 13
CAPÍTULO 1	
1. DESHIDRATACION DE ALIMENTOS	14
1.1 Definición de Deshidratación	14
1.2 Proceso de deshidratación de referencia	14 - 17
CAPÍTULO 2	
2. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE MANGO	17

2.1 Recepción de materia prima	17 - 18
2.2 Maduración de la fruta	18 - 21
2.3 Corte, despulpado y tratamiento con Metabisulfito	21-22
2.4 Deshidratación	22- 24
2.5 Empacado	24
2,6 Almacenamiento y distribución	25
2,7 Métodos internos utilizados para el control de procesos	25 - 26
CAPÍTULO 3	
3. DETERMINACION DE LA VARIEDAD DE MANGO	26
3.1 Criterios de selección	27
3.1.1 Disponibilidad de mango en temporada	27
3.1.2 Textura del mango deshidratarlo	27
3.1.3 Rendimiento	27 -28
CAPÍTULO 4	
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	28

4.1 Resultados	28 - 30
4,2 Conclusiones	30 - 31
4.3 Recomendaciones	31 - 32
ANEXOS	

ABREVIATURAS

AGAETIL combinación de gas etileno con Nitrógeno para maduración de frutas climatéricas.

SIMBOLOGÍA

SO₂ Bióxido de azufre

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1, 2,3,4	Recepción de Materia Prima	pag. 17
Fig. 5, 6	Maduración de Fruta	pag. 18
Fig. 7,8,9	Maduración de Fruta	pag. 19
Fig. 10,11,12	Corte y Despulpado	pag. 20
Fig. 13,14,15	Empacado	pag. 23
Fig. 16, 17	Almacenamiento y Distribución	pag. 24
Fig. 18,19	Variedad de mango	pag. 25

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 y 2	Deshidratación	pag. 22
Gráfico 3	Residual SO ₂	pag 28

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 y 2	Deshidratación	pag. 22
-------------	----------------	---------

BIBLIOGRAFIA

- 1.- <http://www.revistalideres.ec/lideres/fruta-seca-suma-consumidores-locales.html>
- 2.- Manual del Ingeniero de Alimentos. Felipe Durán Ramírez. Grupo Latino Ltda. 2007. Pago 196

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la producción de frutas deshidratadas empezó hace 10 años aproximadamente, con el objetivo de alcanzar mercados internacionales. En la actualidad estos productos están ganando mercado en el ámbito local, empezaron a aparecer en delicatessen y tiendas gourmet, ahora se los encuentra en las perchas de los supermercados. Las frutas deshidratadas más consumidas en el mercado extranjero y local son las tropicales como banano, mango, piña y uvilla. Según datos del Banco Central del Ecuador, el país exportó 229,4 ton de fruta deshidratada en el 2012, lo que en dólares significaron USD 1,6 millones. De ese total el 75% se destinó al mercado Europeo (Alemania, Francia, España y otros). Sin embargo el país aún es un exportador pequeño, comparado con otros países como Filipinas, Costa Rica, Tailandia o Colombia¹.

B2B Ecuador S.A. es una de las pocas empresas ecuatorianas que producen y exportan frutas deshidratadas. Normalmente deshidrata banano y piña para exportar. A finales del 2013 se consiguió un nuevo cliente de Suiza que requería 6,75 ton de mango en trozos deshidratado. Pedido que se despachó en Diciembre 2013 con el 79% de mango tommy deshidratado y 21% de mango kent deshidratado.

¹ Bibliografía

Aunque la mejor variedad había resultado ser el mango kent, no hubo suficiente disponibilidad de esta variedad para el primer pedido. Por lo que se llegó a un acuerdo con el cliente para entregar un segundo pedido de 6,75 ton en Enero 2014 con el 100% de variedad kent. Este trabajo final de graduación describe esta experiencia desde el punto de vista productivo. Se utilizó la misma línea de deshidratación de banano entero, los mismos equipos, donde el sistema de secado es por convección y con un equipo secador estacionario con aire forzado caliente.

CAPÍTULO 1

1. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

1.1 Definición de deshidratación

La deshidratación es un método de conservación de alimentos cuyo propósito es alargar la vida útil de los mismos mediante la extracción de agua. Hoy en día el término deshidratación de alimentos se refiere al secado artificial bajo control.² Esta eliminación de agua puede ser casi completa y se busca prevenir al máximo los cambios en el alimento. Los niveles de humedad remanentes llegan a alcanzar valores de 1 al 5 %, según el producto. Por lo general la calidad lograda en la deshidratación es proporcional al costo del proceso aplicado, existiendo sus excepciones. Hay otras técnicas en las que se emplea calor durante el proceso de retiro de agua; allí se busca que sea lo más rápido posible, lo cual se logra teniendo en cuenta las siguientes variables: área expuesta, temperatura, velocidad del aire, humedad del aire y presión atmosférica.

1.2 Proceso de deshidratación de referencia

El proceso tomado como referencia para deshidratar mango, es el de deshidratación de banano entero. El flujo resumido de este proceso es el siguiente:

- a) Recepción de Materia Prima.- Se recibe banano verde al granel, se selecciona, se coloca en gavetas apilables y se pesa.

² Bibliografía 1

- b) Maduración de la fruta.- Las gavetas con banano verde se colocan en pallets y éstos se introducen en la cámara de maduración. Para banano entero, se utiliza gas etil y el tiempo de maduración es de 5 a 6 días. Llegando a temperaturas máximas de 25°C-30°C. El contenido de grado brix del banano debe estar entre 22 y 24°Brix luego de la maduración controlada.
- c) Selección y pesado.- Una vez alcanzado en grado brix y la textura de la pulpa deseada para proceso, se trasladaba el banano en gavetas desde la cámara de maduración al área de pesado y lavado de fruta. Aquí se selecciona y se pesa la fruta madura.
- d) Lavado de fruta.- Básicamente es un enjuague luego del pesado para eliminar impurezas de la cáscara. Las gavetas se voltean en una tina llena de agua potable y el banano es colocado en otra gaveta limpia para pasar al área de manufactura.
- e) Desinfección.- Ya en el área de manufactura la fruta es sumergida en una solución de agua clorada a una concentración de 100ppm por 15-30 segundos.
- f) Pelado de fruta.- Inmediatamente luego de la desinfección el banano es colocado en bandejas para ser pelados manualmente. La pulpa entera y limpia, libre de impurezas se la coloca en otras bandejas.

- g) Colocación en camillas.- La pulpa de banano es trasladada en bandejas desde las mesas de pelado hacia las camillas donde se colocan en orden y se arman coches de 30 camillas apilables.
- h) Deshidratación.- Los coches son trasladados hacia el interior de un secador con aire forzado caliente para secar la fruta por transferencia de calor por convección. El intervalo de temperatura de proceso es de 65-80°C con una humedad relativa que va disminuyendo a medida que avanza el proceso de secado desde un promedio de 64 a un promedio de 8%. El tiempo de proceso oscila entre 16 -22 horas dependiendo de la carga que se coloque dentro del secador.
- i) Enfriamiento.- Una vez terminado el proceso de secado los coches se colocan en un área de enfriamiento al ambiente por al menos 2 horas. Aquí se toman muestras para liberar el producto, se hace una verificación sensorial, análisis físicos como la determinación de humedad y actividad de agua.
- j) Selección.- Cuando el banano entero deshidratado llega a 30°C se empieza a sacar el banano de las camillas para ser seleccionado y pasarlo por el detector de metales e imán de tierras raras.
- k) Empacado.- Una vez hecha la verificación en el detector de metales se pesa 2,5 kg en fundas de polietileno, se sellan y se colocan en cajas de cartón cuyo peso neto final es de 20kg. Aquí se toman

muestras del producto final para análisis interno de microbiología como mohos y levaduras, aerobios y coliformes.

- l) Almacenamiento.- Las cajas selladas se colocan en pallets plásticos y se apilan entre 46 a 60 cajas por pallet. Se almacenan a una temperatura ambiental de 18-22°C hasta su liberación y distribución.
- m) Distribución.- Las cajas son colocadas en pallets de madera certificados por agrocalidad para ingresarlos al contenedor. La temperatura del contenedor es ambiental y se colocan hasta 10 pallets en un contenedor de 20 pies, con una carga de hasta 8100 kg.

CAPÍTULO 2

2. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE MANGO

2.1 Recepción de materia prima

Se recibe mango en camiones al granel o en gavetas. Se selecciona el mango por análisis físico, qué tan blando o duro está al tacto y el color de la piel, un chequeo del 100% de la carga (figura 1). Luego se procede a pesar el mango en gavetas y a ser ubicado en pallets (figura 2,3,4), se realiza un muestreo aleatorio para ver el color, sabor y grado brix de la pulpa en cada pallet e inmediatamente se lo ubica en bodega de almacenamiento o en cámara de maduración dependiendo de su estado

de madurez. Se rechaza todo mango que llegue estropeado, cortado o con moho.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4

2.2 Maduración de la fruta

Si el mango llega en un estado de maduración 1 (figura 5) cuyas características son: Grado Brix menor a 8, Piel color verde y casi nada de aroma, pulpa firme y muy dura, color de pulpa amarillo claro a verdoso, sabor ácido o desabrido. Necesita maduración en cámara 4 días. Si el

mango llega a un estado de maduración 2 (figura 6) las siguientes características: Grado Brix entre 8-9, color de piel verde a verde amarillento y poco aroma, pulpa firme y dura, color de pulpa amarillo, sabor ácido. Necesita maduración en cámara por 3 días.



Figura 5



Figura 6

Si el mango llega a un estado de maduración 3 (figura 7) con características como: Grado Brix entre 8 a 10, color de piel verde con pecas a amarillo o verde con rojo dependiendo de la variedad y aroma medio, pulpa firme y no blanda al apretón de mano, color de pulpa amarillo a anaranjado, sabor agridulce medio. Necesita maduración en cámara por dos o tres días sin gas. Si el mango llega a un estado de maduración 4 (figura 8) con las siguientes características: Grado Brix de 10 a 13, color de piel verde con pecas a anaranjado o verde con rojo dependiendo de la variedad y aroma medio o intenso, pulpa firme y pero blanda al apretón de mano, color de pulpa amarillo a anaranjado, sabor agridulce ligero o dulce. Está listo para procesar. Si el mango llega a un índice de maduración 5 (figura 9) cuyas características son: Grado Brix mayor a 13, color de piel verde muy pecoso a anaranjado o verde con rojo dependiendo de la

variedad y aroma muy intenso, pulpa muy blanda al apretón de mano, color de pulpa anaranjado, sabor dulce. No Está apto para procesar por encontrarse sobremaduro.



Figura 7

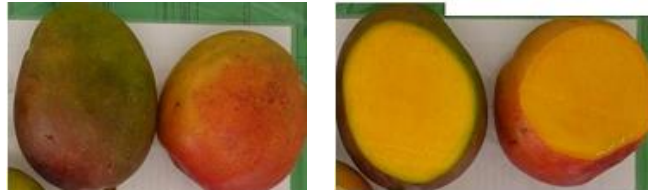


Figura 8



Figura 9

El proceso de maduración de mango se lo realiza con AGAETIL, con la recomendación del fabricante de mantener en cámara un rango de 2% a 6,5% de concentración de gas etil dependiendo de la fruta. Para el tamaño de cámara existente y para mango se utilizaba una dosis de 4 lt/min. El ciclo de maduración comprende una combinación de inyecciones, aireaciones y movimiento de pallets para obtener una maduración semicontrolada y lo más homogénea posible en 4 días. Llegando a temperaturas máximas de 25°C-30°C. El contenido de grado brix del mango debe estar entre 10 y 13°Brix luego de la maduración para procesarlo.

Una vez alcanzado el nivel de maduración deseado para proceso se procede a seleccionar, enjuagar y pesar el mango, desechando aquel que tenga exceso de maduración, deterioro o moho. Una vez pesado se lo envía al área de manufactura.

2.3 Corte, despulpado y tratamiento con Metabisulfito

Una vez en el área de manufactura se procede a desinfectar el mango mediante una inmersión en una solución de agua clorada a una concentración de 100ppm por 15-30 segundos (figura 10). Inmediatamente después se procede al corte y despulpado. Se cortan los cachetes y se pela el resto, se saca la pulpa de los cachetes con un utensilio tipo cuchara y se corta la pulpa del resto dejando solo la pepa y la cáscara para desecho (figura 11). La pulpa es colocada en bandejas plásticas perforadas para ser sumergidas en una solución de metabisulfito de sodio por 1 min y luego trasladadas hacia las camillas para colocarlas en orden y armar coches de 30 camillas (figura 12).



Figura 10



Figura 12



Figura 11

Los trozos de mango quedaban con un ancho de 1,5 a 2cm, un espesor de 1 a 2 cm y de largo de 5 a 10 cm. El requerimiento del cliente era que el mango deshidratado tuviera un contenido residual de metabisulfito expresado en SO₂ menor a 500pm. Se realizaron inmersiones a diferentes concentraciones y se llegó a determinar la dosis de 120 gr en 40 litros de agua que se renovaba cada hora, con esta concentración se llegó a un contenido residual de hasta 147 ppm y sensorialmente no era perceptible al paladar. Los análisis de laboratorio externo certificado muestran los diferentes resultados de SO₂ residual en el Anexo 1.

2.4Deshidratación

De acuerdo al tamaño de los trozos de pulpa de mango se decidió seguir el proceso de secado del banano entero. El intervalo de temperatura de proceso para mango fue de 65-78°C con una humedad relativa que va disminuyendo a medida que avanza el proceso de secado desde un promedio de 70% a un promedio de 9% en los meses de Noviembre a Enero Para mango Tommy (Gráfico 1) (Tabla 1). Para el caso de Mango kent la humedad relativa dentro del secador varió en promedio desde 79% hasta 13% (Gráfico 2) (Tabla 2). El tiempo de secado para ambas variedades oscila entre 11-17 horas dependiendo de la carga que se coloque dentro del secador.

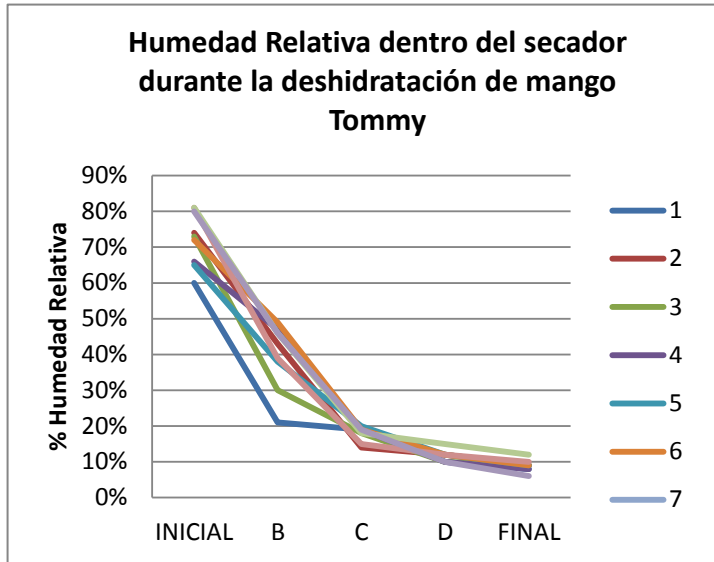


Grafico 1

SECADO DE MANGO TOMMY
HUMEDADES RELATIVAS

	INICIAL	B	C	D	FINAL
1	60%	21%	19%	10%	8%
2	74%	43%	14%	12%	9%
3	73%	30%	18%	10%	9%
4	66%	47%	19%	10%	8%
5	65%	38%	20%	12%	9%
6	72%	49%	19%	12%	9%
7	52%	29%	12%	9%	8%
8	81%	39%	15%	12%	10%
9	81%	46%	18%	15%	12%
10	80%	46%	19%	10%	6%
	70%				9%
	PROMEDIO INICIAL				PROMEDIO FINAL

Tabla 1

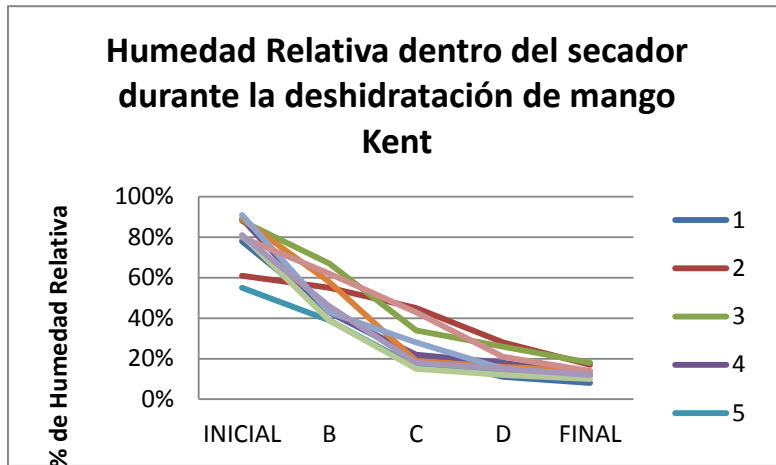


Grafico 2

SECADO DE MANGO KENT
HUMEDADES RELATIVAS

	INICIAL	B	C	D	FINAL
1	78%	43%	21%	11%	8%
2	61%	55%	45%	28%	17%
3	88%	67%	34%	26%	18%
4	89%	43%	22%	18%	12%
5	55%	39%	16%	14%	12%
6	89%	58%	19%	16%	14%
7	91%	43%	28%	15%	12%
8	80%	62%	43%	21%	14%
9	81%	39%	15%	12%	10%
10	81%	46%	18%	15%	12%
	79%				13%
	PROMEDIO INICIAL				PROMEDIO FINAL

Tabla 2

Una vez terminado el proceso de secado los coches se colocan en un área de enfriamiento al ambiente por al menos 2 horas. Aquí se toman

muestras para liberar el producto, se hace una verificación sensorial, análisis físicos como la determinación de humedad y actividad de agua.

2.5 Empacado

Una vez liberado y enfriado el producto para ser empacado se procede a sacarlo de las camillas y verterlo sobre mesas de acero inoxidable para seleccionarlo y añadirle maicena al 0,01% por requerimiento del cliente. Luego de mezclarlo con maicena manualmente el mango deshidratado es colocado en la banda del detector de metales e imán de tierras raras (figura 13,14). Si se verifica la ausencia de metales se procede a empacar en fundas de polietileno de 2,5 kg, se pesan, se sellan y se colocan en cartón (figura 15). El peso neto del cartón es de 12,5kg. Durante el pesado se extraen muestras para análisis microbiológico de control interno.



Figura 13



Figura 14



Figura 15

2.6 Almacenamiento y Distribución

Una vez empacado se colocan las cajas en pallets plásticos y se almacenan a una temperatura de 20°C. Una vez obtenido los resultados microbiológicos se libera y se embarca en contenedor refrigerado de 20 pies (figura 16). Un contenedor lleno tiene 9 pallets con 60 cajas cada pallet, es decir 540 cajas con 6750 kg de mango deshidratado. Es necesario verificar el estado de limpieza y funcionamiento del sistema de enfriamiento del contenedor antes de embarcar las cajas. Por requerimiento del cliente cada pallet va plastificado y se colocan 3 registradores de temperatura (data logger) dentro del contenedor (figura 17). Ver Anexo 2



Figura 16



Figura 17

2.7 Métodos Internos utilizados para el control de procesos

La metodología utilizada para el control interno del proceso de deshidratación incluye análisis físicos químicos como porcentaje de humedad (Anexo 3), Actividad de Agua (Anexo 4) y contenido microbiológico en producto terminado como aerobios (Anexo 8), coliformes

(Anexo 6), levaduras y mohos (Anexo 5), que se describen en los anexos mencionados.

CAPÍTULO 3

3 DETERMINACION DE LA VARIEDAD DE MANGO

Para la época de Noviembre a Febrero se produce mango en Ecuador. Las variedades que se encontraron en el mercado al momento de procesar para este cliente fueron Tommy Atkins y Kent. El mango Tommy (figura 17) es una variedad cuya pulpa es fibrosa y puede llegar a pesar hasta 600g, su forma es ovalada. El mango Kent (figura 18) tiene una pulpa esponjosa poco fibrosa, su forma es una mezcla de ovalada y redonda y el peso promedio es de 400gr.



Figura 18



Figura 19

3.1 Criterios de selección

Las variables identificadas para la selección de fruta fueron tres: disponibilidad de mango en temporada, textura del mango deshidratado y rendimiento

3.1.1 Disponibilidad de mango en temporada

Cuando se empezó la producción de mango se encontró en el mercado mayor disponibilidad de mango tommy, luego para Diciembre aumentó la disponibilidad de mango Kent. Por lo tanto se trabajó con estas dos variedades.

3.1.2 Textura de mango deshidratado

La deshidratación cambia la textura de la fruta haciéndola más gelatinosa al masticar. Había que controlar que la textura final no fuera tan rígida o difícil de masticar. El mango deshidratado que mostró una mejor textura, más suave al corte fue el kent.

3.1.3 Rendimientos con variedad Tommy Atkins y Kent

Se realizó la medición del peso total de fruta fresca que se compró de las dos variedades y el peso final de mango deshidratado obtenido.

Obteniéndose los siguientes rendimientos:

Fruta fresca Mango Tommy: 96,428 ton

Mango Tommy deshidratado para exportación: 6,750 ton

Rendimiento del Tommy: 7%

Fruta fresca Mango Kent: 69,948 ton

Mango Kent deshidratado para exportación: 6,750 ton

Rendimiento del Kent: 9,7%

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Todo el proceso se validó comparando resultados de análisis contra los requisitos del cliente tanto físicos químicos como microbiológicos y normativa vigente para la Unión Europea y Codex Alimentarius ya que el país de llegada en este caso fue Suiza.

Físico Químico	Rango	Resultados	Requisito
Color	característico a mango deshidratado	característico a mango deshidratado	Cliente
Sabor	característico a mango deshidratado	característico a mango deshidratado	Cliente
Textura	masticable, no rígido	masticable, no rígido	Cliente
Humedad %	12 -14%	9,59 – 16,56 %	Cliente
Actividad de Agua	menor a 0,7	0,5 a 0,7	Cliente

Residual de sulfitos en términos de SO ₂	menor a 500 ppm	El máximo valor fue de 147 ppm	normativa Codex y cliente
Contenido de Maicena 0,01%	libre de GMO	libre de GMO	Cliente
Microbiología			
Aerobios	menor a 1000 ufc/g	0 a 100	Cliente
Coliformes	menor a 100 ufc/g	0	Cliente
Levaduras	menor a 5000 ufc/g	0 a 100	Cliente
Mohos	menor a 500 ufc/g	0 a 100	Cliente
E.Coli	menor a 100 ufc/g	Menor a 3 en NMP/g que significa ausencia en dilución 1-10	Cliente
Salmonella	Negativo en 375g	Ausencia	Cliente
Estafilococcus	menor a 100 ufc/g	Menor a 10 UFC/g que significa Ausencia en dilución 1-10	Cliente

Hubieron resultados de humedad que se salían del rango 12-14% pero que cuya actividad de agua se encontraba en valores menores a 0,7 y sensorialmente no se sentían con exceso de humedad o muy secos, así que fueron liberados y los resultados enviados al cliente quien lo aceptó.

Ver Anexos 1, 7, 9 y 10.

Los resultados del tratamiento con metabisulfito se detallan en la tabla 4 y las dosis utilizadas en la tabla 3.

Dosis de metabisulfito en solución.			
gr sulfito	ml agua	total	Concentración
40	20000	20040	0,20%
80	20000	20080	0,40%
120	20000	20120	0,60%

Tabla 3

Resultados de metabisulfito residual

gr	ppm
40	16,15
40	32,04
40	48,93
gr	ppm
80	49,74
80	61,65
80	60,11
80	66,79
80	75,6
gr	ppm
120	73,25
120	75,97
120	80,4
120	100,14
gr	ppm
120	61,65
120	75,6
120	83,98
120	147,93

Tabla 4

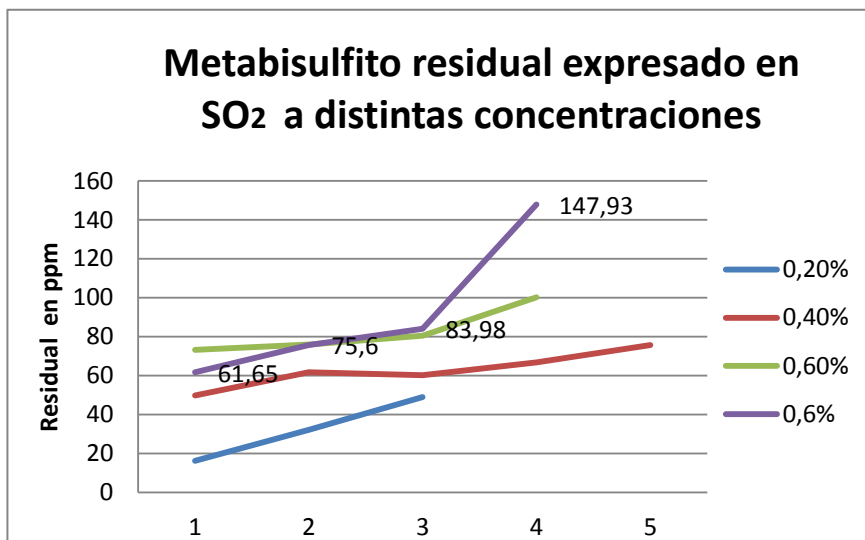


Gráfico 3

4.2 Conclusiones

- Se envió una muestra al cliente con ambas variedades y la preferencia fue para la variedad de mango Kent por su textura, que resultó estar más suave que la variedad Tommy. Se llegó a un acuerdo de entregar el primer contenedor con 79% de mango

deshidratado Tommy y 21% de Kent, y el segundo contenedor sólo con mango variedad kent.

- En el proceso de deshidratación se determinó que era necesario empezar a deshidratar a temperaturas entre 60 y 70°C y luego aumentarla hasta 78°C, diferente al proceso de banano donde se puede empezar con 70°C y llegar hasta 80°C
- Las dosis de metabisulfito que dio mejores resultados de SO₂ residual fue la de diluir 120g en 20 litros (concentración del 0,6%).
- El mango deshidratado fue exportado y hasta ahora no se ha recibido ninguna queja del cliente, han pasado 14 meses desde el primer envío.

4.3 Recomendaciones

- Se recomienda invertir en la cámara de maduración para alcanzar un mejor rendimiento y disminuir los días de maduración.
- Para futuros procesos de secado de mango se recomienda trabajar con mango kent.
- Se recomienda el uso de metabisulfito para evitar pardeamiento durante el almacenamiento, con el cuidado de no exceder los límites permitidos por ser un alérgeno. La concentración de 0,6%

funcionó mejor que las anteriores, sin embargo hace falta un estudio más profundo para determinar la concentración óptima.

ANEXOS