

N° 157
DEL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**ALTERNATIVAS DE APLICACION DEL BOMBO
PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

P R E S E N T A N

**ARMANDO SOTO BENITEZ
MIGUEL MENDOZA BELLO**

MEXICO, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

	Páginas
Objetivos	1
Introducción	2-4
Características del bombo	6-8
Equipos accesorios	8-11
Fundamentos de operación del bombo	11-14
Variables ó factores físicos que afectan la aplicación de la solución de cobertura en el bombo	14-18
Adelantos de la tecnología aplicados en el bombo	19-20
Características de núcleos y sustancias de recubrimiento	20-22
Clasificación de los saborizantes	23-26
Propiedades fisicoquímicas de los centros y sustancias de cobertura	27-29
Justificación	30-31
Diseño experimental nivel laboratorio	34
Pruebas preliminares para la selección de núcleos y soln. vehículo	34-36
Determinación de la cantidad mínima de soln. vehículo saborizante	36-37
Reducción de tamaño de partícula	37
Tamizado	37
Aplicación de la cubierta protectora	38
Nivel planta piloto	39
Selección del núcleo adecuado	39-42

	Páginas
Reducción de tamaño de partícula	42
Tamizado	42
Aplicación de la cubierta protectora	42-43
Evaluación sensorial	43-47
Resultados nivel laboratorio	48
Pruebas preliminares para la selección de núcleos y soln. vehículo	48-50
Determinación de la cantidad mínima de la solución vehículo saborizante	50
Reducción de tamaño de partícula	50
Tamizado	50
Aplicación de la cubierta protectora	50-56
Nivel planta piloto	56
Selección del núcleo adecuado	56
Aplicación de la cubierta protectora	56-62
Evaluación sensorial	63
Análisis de resultados nivel laboratorio	74
Pruebas preliminares para la selección del núcleo	74-75
Determinación de la cantidad mínima de la soln. vehículo saborizante	75-76
Reducción de tamaño de partícula	77
Tamizado	77
Aplicación de la cubierta protectora	77-78
Nivel planta piloto	79
Selección del núcleo adecuado	79
Determinación de la cantidad mínima de la solución vehículo saborizante	79

	Páginas
Aplicación de la cubierta protectora	79-80
Evaluación sensorial	80
Análisis de costos	80-81
Algunas alternativas de aplicación del bombo	82-85
Conclusiones	86-87
Bibliografía	88-90

OBJETIVOS

a) Presentar técnicas alternativas que permitan ampliar los horizontes de aplicación del bombo dentro de la industria alimentaria.

b) Aprovechar la tecnología desarrollada en el bombo para la aplicación de coberturas en algunos aditivos termolábiles utilizados en la industria alimentaria.

c) Proponer la utilización del bombo como método complementario a otros ya existentes en la encapsulación de saborizantes.

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION.

Las técnicas de cobertura, ahora explotadas por la industria farmacéutica, con el objeto de enmascarar los sabores desagradables de sus píldoras entre otras cosas, se cree, fue adoptada del antiguo arte de la confitería. Sin embargo, debido que no existen referencias exactas sobre la época en que la farmacia comenzó a emplear en forma sistemática tales procedimientos; históricamente se presentan dos tendencias. La primera practicada por los árabes medievales haciendo coberturas de píldoras con mucílago de semillas de *Psyllium* (850 d.C - 923 d.C.) con lo cual pasaron sus técnicas al occidente como parte de su rico conocimiento sobre drogas. La segunda dirección, probablemente la más aceptada y que impulsó el desarrollo de occidente, tuvo sus orígenes en la farmacia islámica como un proceso utilizado para la conservación de algunas raíces y frutas, y que fue descrito en el siglo VIII por el árabe Najm ad-dyn Mahmoud quien menciona, "El método de preparación fue lavar las raíces en una olla de barro añadiéndoles jarabe caliente; después de algunos días el jarabe se endurece. Este procedimiento es repetido varias veces, reutilizando el mismo jarabe después de haberlo calentado a una consistencia espesa".

Este fue el proceso de elaboración de endulzados o conservado de raíces y frutas llamado en Latín "Candita". Más tarde,

preparaciones farmacéuticas similares fueron llamadas en inglés "Sweet meats" o "Sugar Plums", y en francés "Confitures" o "Dragées".

El equipo usado para la aplicación de coberturas fue clasificado como: Equipo usado para cubiertas de gelatina y equipo usado para cubiertas de azúcar.

El primer método utilizado para la cobertura con gelatina consistió en ensartar las píldoras en agujas largas y delgadas, y posteriormente se goteaba una solución de gelatina manteniendo las agujas cerca de una flama, la cual ayudaba a licuar la gelatina.

La primera patente hecha para la cobertura de gelatina fue aplicada por Jules Denovial en 1855. La invención consistió en un plato de metal provisto con una manija con agujas finas en las que las píldoras eran atrapadas y sumergidas una por una en una solución de gelatina.

Durante los siguientes diez años y hasta 1875 los Estados Unidos desarrollaron varios diseños de equipos para coberturas con gelatina y todos ellos funcionaban con agujas.

Fortin describe en 1837 su método patentado para coberturas de azúcar como sigue: "rotar las píldoras en una cacerola de fondo redondo usando goma como lubricante, adicionar el azúcar y rodar la cacerola hasta que las píldoras estén uniformemente cubiertas. Calentar la charola para fundir la cubierta".

Deschamps describió su método de cobertura con miel en 1841 como sigue: "Calentar la miel en un baño maría y permitir que se entibie, poner las píldoras en la miel y rodarlas de manera que se humedezcan equitativamente, permitir que rueden en el polvo de goma de acacia y agitar". Estos fueron los primeros equipos para cobertura con azúcar.

El equipo para cobertura de azúcar varió menos que los equipos para la cobertura con gelatina.

Henry Wathew en 1866 nos presenta un equipo montado en un ángulo de 45 grados y operado por maquinaria, esto fue el prototipo de lo que ahora conocemos como "paila, turbina, copón, pan coating o bombo". (Fig. 1)

Ref. 9,10.

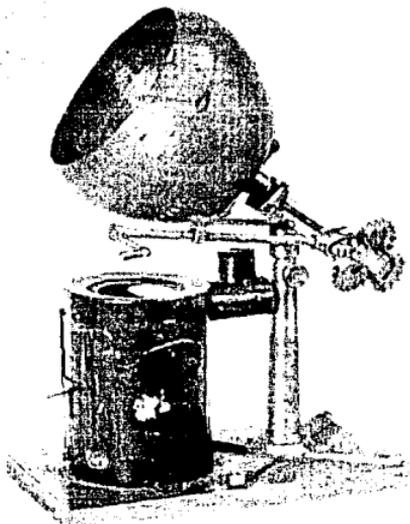


Fig. 1. Idea básica del bomo operado por maquinaria y antecesor de los diseños hasta ahora conocidos.

CAPITULO II

BOMBO GENERALIDADES

2.1.- Características del bombo.

El bombo es un recipiente en forma de elipsóide de revolución (geoide), capaz de girar sobre su propio eje y en el que se colocan los núcleos o centros, secos y fríos y que al rodar son aplicadas las soluciones o suspensiones de cobertura para luego eliminar la porción de solvente por medio de un secado natural o forzado.

a) Material: Los bombos se construyen de metal, generalmente de acero inoxidable, pero también los hay de cobre estos últimos preferidos por los artesanos confiteros, dado que este material es un buen conductor de calor y favorece la operación de secado.

b) Forma: Su forma es variable y cada elaborador de coberturas lo elige de acuerdo a sus necesidades. Los hay en forma de peras, manzanas, cebollas, esféricos, poligonales, etc. (Fig. 3).

c) Tamaño: El tamaño de los bombos es variado, y de acuerdo con los requerimientos, pueden ser de 6 a 8 pulgadas de diámetro utilizados a nivel laboratorio hasta los bombos a nivel industrial cuyo diámetro puede llegar a ser hasta de 5 o 6 pies.

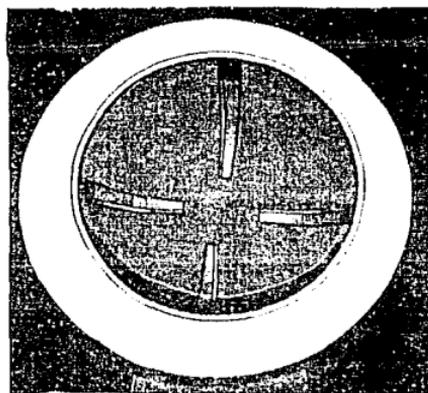


Fig. 2. Bombo clásico con costillas de remoción.

Este modelo está provisto de sus paredes perforadas de tal modo que es posible armar un sistema en que una vez añadidas las soluciones de cobertura, el aire fluya por succión a través de todo el lecho de núcleos, evitándose así zonas de turbulencia, bolsones de aire muerto o ausencia zonal de flujo, que hacen más eficiente el secado de los núcleos o partículas y por consiguiente el proceso en general.

2.2.- Equipos accesorios.

a) Costillas o pestañas: Para evitar las zonas muertas provocadas por el movimiento natural dentro del bombo se pueden adicionar a su pared 4 costillas, que pueden ser de acero inoxidable, neopreno o teflón cuya forma es de pirámide trunca de base triangular, con lo que la remoción de la masa de núcleos se hace sin intervención humana en toda la profundidad del lecho sin que aparezcan vórtices viciosos (Fig. 2).

b) Fuente de aire frío y caliente: El sistema generalmente consta de dos ductos articulados, uno para introducir aire frío y caliente, y el otro para succionar el aire húmedo y el polvo producido durante el proceso, por lo regular, estos ductos son situados en la entrada del bombo. El ducto de inyección de aire caliente y frío es instalado a unos cuantos centímetros de la entrada del bombo en su parte inferior y favorece que el flujo aire pueda llegar exactamente al lecho de núcleos; posteriormente debido a la

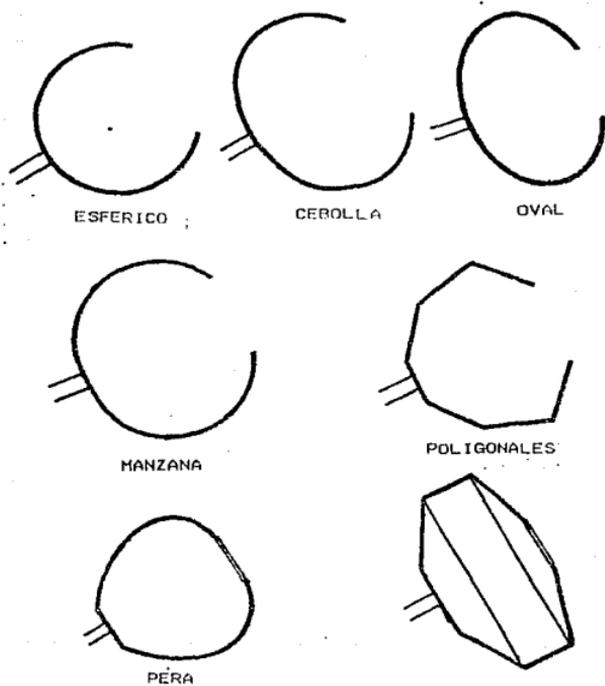


Fig. 3. Formas más comunes de bombos para coberturas.



Fig. 4. Batería de bombos con sistema de aire frío y caliente.

geometría del bombo, el flujo de aire hace un movimiento circular desplazándose a la parte superior de la entrada del bombo, donde el segundo ducto llamado de succión recolecta el aire humidificado. Algunos equipos tienen tres ductos, uno para aire caliente, otro para aire frío y un último de succión, pero esto depende del diseño del equipo y de las necesidades de cada usuario. De cualquier forma, en todos los casos se controlan los sistemas para evitar la entrada de contaminantes (Fig. 4).

c) Bombo lustrador: Para lograr un acabado más fino; a las partículas cubiertas se les da un pulido o abrillantado que se realiza en bombos diferentes a los anteriores; estos son recipientes cilíndricos recubiertos de tejido o piel en los que por frotamiento contra sus paredes, y adicionando algunas soluciones de cera se logra esta función.

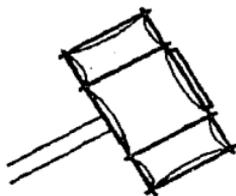
Existen dos modelos de bombos que cumplen estas características; el cilíndrico con tela, que es preferido por los europeos y el formado por un bastidor de varillas y que sostiene la tela preferido por los americanos, sea cual fuese, los dos actúan como bolsa lustradora (Fig. 5). Ref. 13, 14, 16.

2.3.- Fundamentos de operación del bombo.

Las causa que favorecen el movimiento de los núcleos dentro del bombo están regidos principalmente por dos fuerzas; el efecto de la fuerza centrífuga y la influencia de la gravedad, así pues al



(A)



(B)

Fig. 5. Bombos lustradores. (A) Tipo Europeo
(B) Tipo Americano

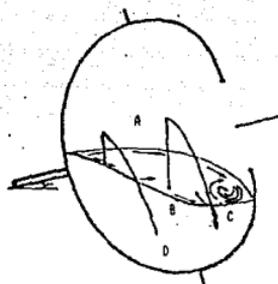


Fig. 6. Movimiento de los núcleos dentro de un bombo clásico.

- A) Zona en donde se alcanza la energía potencial máxima de los centros.
- B) Zona en donde los núcleos adquieren la mayor energía cinética.
- (C) y (D) Zonas muertas.

girar el bombo por la fuerza mecánica aplicada, los núcleos por la fuerza centrífuga y por fricción adoptan un movimiento rotatorio o de talud, y al rodar, estos ascienden en el sentido del giro hasta adquirir su energía potencial máxima que posteriormente es vencida por la fuerza de gravedad para que los centros caigan en forma de cascada para luego adquirir su energía cinética máxima que es disminuida al chocar con la pared del bombo, y así dar lugar a un nuevo ciclo. Cabe mencionar que si el bombo es abandonado a la simple rotación la masa de núcleos, fluidizada por el movimiento, adopta un comportamiento hidráulico, apareciendo zonas de remoción y circulación de núcleos con direcciones bien definidas, pero también podemos distinguir dos zonas muertas; una de ellas generada por las partículas más pesadas que se sitúa en la parte inferior de la entrada del bombo, y la otra originada por la fuerza centrífuga y localizada a uno de los extremos del bombo. Este fenómeno es debido a que los núcleos buscando su ángulo de reposo con la pared del bombo generan estos vórtices viciosos. De aquí la importancia de la mano del operario que completa el efecto de vórtex producido por el giro. (Fig. 6). Ref. 13.

2.4.- Variables o factores físicos que afectan la aplicación de la solución de cobertura en el bombo.

El número de factores físicos que pudieran tener un efecto en la calidad de la cubierta aplicada a las partículas destinadas a recubrir, es muy extensa, pero para su mejor estudio las podemos clasificar en:

2.4.1.- Variables del equipo.

a) tipos de bombo: Esto involucra una serie de factores que se interrelacionan de manera directa, de tal manera que la profundidad, el diámetro y el volumen del bombo varía como grupo si el tamaño del bombo es modificado.

Como se mencionó anteriormente existen varias formas y tamaños de bombos, esto significa que de acuerdo a las necesidades de operación se debe elegir el bombo adecuado, por consiguiente, el volumen y diámetro del bombo nos ayudará a determinar un tamaño de carga de núcleos óptimo dentro del bombo que nos permita llevar a cabo la operación con mayor eficiencia.

Otra característica involucrada es la profundidad. Si la profundidad es pequeña provocará que haya presión entre los núcleos, favoreciendonos el mezclado o remoción, pero disminuyendo la zona de recubrimiento. Por otro lado si la profundidad es mayor favorece un esparcimiento de núcleos dentro del bombo lo que a su vez favorece el secado de los mismos, aunque la atomización de la solución de cobertura se vea ligeramente afectada (Fig. 7).

b) Velocidad de rotación del bombo:

Esta variable está determinada por el diseño del equipo y regulada a voluntad por el operador, pero esta en función del tipo de cobertura que se este aplicando, es decir, hay una velocidad límite u óptima, ya que dependiendo del grado de humectación que tenga la masa

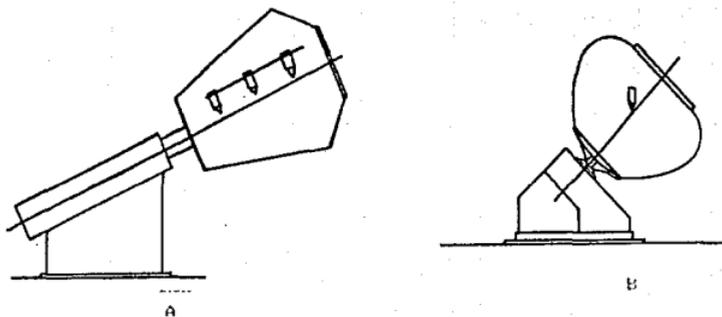


Fig. 7. Influencia de la profundidad del bombo en la aplicación de la cubierta protectora.

- A) La remoción y el secado se ven favorecidas, la aplicación de la cubierta protectora es ligeramente afectada.
- B) La aplicación de la cubierta protectora no se ve favorecida, pero la remoción sí.

en un determinado momento la fuerza centrífuga sumada a la adhesión provocada por la solución de cobertura superaran a la fuerza de la gravedad y los núcleos se pegaran a la pared del bombo.

Según referencias bibliográficas la velocidad promedio se puede calcular:

$$\text{Velocidad promedio} = 900 / \text{radio del bombo en cm}$$

c) Angulo de rotación:

Los bombos estan inclinados sobre su propio eje en un ángulo sobre la horizontal que fructúa de 25 a 45 grados hacia arriba y que puede o no estar fijo.

La influencia de este parámetro repercute en la operación de tal forma que los ángulos grandes acomodan cargas mayores, en tanto que los bajos favorecen la remoción espontanea y permiten para las cargas normales prescindir de las costillas internas.

2.4.2.- Variables del núcleo.

a) Forma: Debido a la geometría de este equipo utilizado para cobertura, se recomienda emplear núcleos con formatos curvos, es decir, de los tipos cóncavos, ovalados o esféricos, para evitar que las aristas planas o chatas, al estar los núcleos en movimiento y ser mojados por las soluciones de cobertura tiendan a adherirse por estas caras debido a la tensión superficial.

b) Tamaño: Debido a las características ya explicadas de esta operación, el tamaño mínimo recomendado para el núcleo es de 200 micras, ya que sería imposible manejar un tamaño de partícula menor que implicaría una densidad muy baja, lo que provocaría que con la simple rotación del bombo, estas se dispersarían en el aire.

2.4.3.- Otras variables: Otros factores que pueden intervenir e interrelacionarse con las variables anteriores pueden ser:

a) Características de la solución de cobertura: Si se aplica una solución de cobertura con una alta viscosidad, el diámetro del abanico en su atomización se reduce dando como consecuencia una distribución menos homogénea de esta, pero por otro lado, debido al alto contenido de material sólido y bajo contenido de solvente el espesor de la cubierta protectora será mayor, así como la operación de secado se verá favorecida como consecuencia de una eliminación de solvente en baja cantidad o en baja concentración.

b) Temperatura del aire de secado: La temperatura del aire de secado está relacionada directamente con la presión de vapor y cantidad del solvente utilizado en la formulación de la solución de cobertura, lo que repercute en el tiempo en que se lleve a cabo el proceso en general. Ref. 13, 16, 18, 20.

2.5.- Adelantos de la tecnología aplicados en el bombo.

Hasta el momento hemos hablado de los bombos convencionales y de las operaciones fundamentales llevadas a cabo en éste. Los adelantos más recientes se refieren a la automatización de las operaciones llevadas anteriormente de manera manual o artesanal dando lugar a la aparición de modelos más complejos (producto de la extensión de la experiencia ganada en recubrir partículas, ya sea de polvos o de granulados).

2.5.1.- Bombo de fondo ventilado: Es parecido a una gran dona con aberturas en el frente y el fondo del bombo. Las orillas están sostenidas sobre un sistema que provee la rotación al bombo y sobre el cual está montado.

El aire caliente y el sistema de atomización puede entrar por una o ambas aberturas; la extracción del aire frío es mediante la abertura del fondo por lo que hay un desplazamiento del aire de manera positiva haciendo más eficiente el proceso de secado. Como la mayoría de los bombos, estos también son disponibles en diferentes tamaños. Además de esto, aún las partículas de figura o forma más difícil pueden ser convenientemente cubiertas.

El incremento en la eficiencia y capacidad de estos bombos compensa los costos adicionados sobre los bombos convencionales.

2.5.2.- Bombos perforados: Su geometría es practicamente idéntica a la del bombo de fondo ventilado pero contiene dos excepciones. La periferia del bombo es perforada con una multiplicidad de hoyos y no tiene abertura de fondo o de extracción de aire. Usualmente cuando estos bombos son cargados; el aire caliente o de secado es introducido a través de la parte superior de las perforaciones.

El sistema de extracción de aire está montado fuera de la superficie perforada. Este diseño incrementa sustancialmente la eficiencia de secado porque el aire de secado literalmente inunda la superficie de cada partícula. Si observamos que el flujo de aire va en una sola dirección, hay un deposito positivo de solución de cobertura en las partículas.

Algunos costos son más altos comparados con los bombos convencionales, pueden ser compensados por el perfeccionamiento de la eficiencia que estos bombos ofrecen. Ref. 16.

2.6.- Características de núcleos o centros y sustancias de recubrimiento.

La microencapsulación comprende un conjunto bastante heterogéneo de procedimientos y emplea técnicas y materiales muy diversos para lograr su propósito. Para este método en particular el material del núcleo debe estar constituido por partículas sólidas inertes e inócuas que pueden o no ser sometidas a tratamientos

previos para su preparación, como por ejemplo la selección del tamaño de partícula y que para cuyo objetivo sea necesario el uso de algunos coadyuvantes.

El tratamiento previo al cual debe someterse el núcleo, como así mismo la técnica a emplear en este tratamiento, son de importancia capital, ya que pueden influir poderosamente en el comportamiento del producto en el preparado final.

Para la preparación del núcleo pueden seguirse dos vías. En la primera las partículas sirven como base y sobre ellas se van depositando capas sucesivas del principio en solución que se trata de atrapar. El otro método, consiste en producir un granulado en el cual vaya atrapado u ocluido el principio; este método es llamado en inglés "plated".

Muchos acarreadores o núcleos están siendo empleados para la microencapsulación y entre ellos podemos citar: Maltodextrinas, sólidos de jarabe de maíz, almidones modificados, algunas gomas, carbonato de magnesio, sílica gel entre muchos otros, cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas para su empleo en la microencapsulación.

En la selección de los materiales que se van a utilizar para el recubrimiento es importante considerar unas características, ya que de ellas dependerán sus propiedades y el comportamiento del producto ante algunos procesos.

Al igual que el núcleo, la película de cobertura debe ser inerte e inócua. La película de recubrimiento suele ser muy delgada ya que las partículas que se recubren generalmente son de tamaño pequeño.

La continuidad de esta película es un factor de importancia, así como la flexibilidad, la fuerza o resistencia, permeabilidad y facilidad de aplicación para poder hacer la mejor elección.

Dentro de los materiales de cobertura podemos mencionar una amplia gama de polisacáridos o derivados como por ejemplo goma arábiga, goma xantana, carboximetil celulosa, pectina, o bien algunas proteínas como gelatina, zeína, glúten de trigo y/o sus combinaciones.

La naturaleza del solvente utilizado en la preparación de la solución de cobertura puede ser un parámetro de importancia tanto comercial como técnica; así pues el agua, etanol, isopropanol, propilenglicol, glicerina, 1,3-butanediol, aceites vegetales, ésteres como triacetato de glicerilo (Triacetilino), dibutirato de glicerilo (Dibutirilo), son algunos ejemplos de estos, pero no son universalmente aceptados por los organismos regulatorios como el agua y etanol, por lo que la aceptación de uso debe ser verificada contra las regulaciones en cada país en la que va a ser usado. Ref. 5, 7, 14, 17, 25.

2.7.- Clasificación de los saborizantes.

Un saborizante es un aditivo alimenticio de composición compleja y variable, el cual es responsable de impartir sabor a los alimentos consumidos.

Estos saborizantes han sido factor determinante en la aceptación de un alimento y han ido provocando indudablemente a través del tiempo sofisticación en el gusto y preferencia de los productos existentes en el mercado estimulando de esta manera la búsqueda de nuevas tendencias para el consumo de productos con ciertos atributos especiales. Todo esto con el objetivo más importante dentro de su función que es llenar las necesidades del consumidor; sin olvidar que el saborizante trae consigo ciertas propiedades implícitas que nos ayudan a realizar un producto, esto es, varios productos alimenticios no existirían como tales sin la adición de dichos saborizantes en la formulación, por ejemplo, bebidas refrescantes, helados, caramelos, etc.

Por otro lado el saborizante identifica al producto de otros similares en características, gracias al aroma específico que pudiese tener, por ejemplo, los refrescos carbonatados, caramelos de menta, tutti frutti, etc.

Desde el punto de vista técnico el saborizante compensa una pérdida, es decir, puede adicionarse a sistemas alimenticios los cuales han perdido sustancias aromatizantes naturales debido,

invariablemente al curso de las operaciones normales en la industria alimentaria.

La clasificación de los saborizantes tiene por objeto definir conceptos amplios, no sólo desde el punto de vista técnico, sino comercial y de legislación.

Una de estas clasificaciones y considerada la más conflictiva, es la interpretación del departamento de salud bajo los conceptos de "natural" y "sintético", ya que dichos conceptos varían ampliamente según las legislaciones de cada país (Europa y U.S.A. principalmente) dependiendo del origen de las materias primas.

Por otro lado existen clasificaciones que pretenden agrupar los materiales saborizantes de acuerdo a sus diferentes formas. La apariencia física de los componentes del saborizante puede considerarse como el primer criterio de clasificación:

2.7.1.- Estado físico: Integra los materiales saborizantes según su apariencia física.

<u>SOLIDOS</u>	<u>LIQUIDOS</u>
- Cristales	- Ac. esenciales
- Polvos	Concentraciones
Secados por congelación	Rectificaciones
Secados por aspersion	Desterpenaciones
Extractos secos	- Oleoresinas
Adsorciones	- Absolutos

PASTAS

- Extractos suaves
- Resinas (Naturales o preparadas)
- Resinoides

LIQUIDOS

- Destilados
- Emulsiones
- Jugos

2.7.2.- Grupo funcional: También los ingredientes saborizantes son de dos tipos generales, simples y compuestos.

Los ingredientes simples pueden ser clasificados por sus grupos funcionales; aldehídos, cetonas, alcoholes, etc. Existiendo una relación general entre los miembros de cada familia de manera que:

a) Los hidrocarburos de cadena corta y bajo peso molecular son más volátiles, de olor más agudo y más solubles en agua. Contrariamente a las cadenas más largas en las familias homólogas.

b) Las cadenas ramificadas se cree, contribuyen más al carácter de olor y sabor, dado el mismo número de átomos de carbono en una molécula.

c) Estereoisómeros que pueden tener olores y sabores muy diferentes ante respuestas fisiológicas.

2.7.3.- Características de los componentes: Atendiendo a las características de sus componentes podemos hablar de sustancias

aromáticas naturales, y sustancias aromáticas artificiales, incluyendo en estas últimas las denominadas sintéticas.

a) Sustancias aromáticas naturales: Constituidos por sustancias que se obtienen a partir de origen vegetal o animal por diversos procesamientos.

b) Sustancias aromáticas artificiales: Constituidas por sustancias que no se han encontrado en productos naturales. Las sintéticas, son aquellas obtenidas por reacción química. Ref. 7, 21, 24, 26.

2.8.- Propiedades fisicoquímicas de los centros y sustancias de cobertura.

2.8.1.- Dióxido de silicio: Se expenden calidades comerciales susceptibles de resistir temperaturas hasta de 260-315°C, en los siguientes tamaños de malla: 3-8, 6-10, 14-20, 14-42, 28-211 y a través de la 325.

Envases: Recipientes metálicos de cierre hermético.

Usos: Agente deshumectante y deshidratante en acondicionamiento de aire y en el desecado del aire comprimido y otros gases, líquidos, tales como de refrigeración y aceites que contengan agua en solución y suspensión; emplease así mismo como vehículo de catalizadores activos, y en algunos casos como catalizador propiamente dicho y en cromatografía.

2.8.2.- Fosfato tricálcico: Polvo amorfo color blanco, punto de fusión 1670°C, soluble en ácidos; insoluble en agua, alcohol y ácido acético. Se encuentra abundantemente en la naturaleza en forma de roca de fosfato, apatita y fosforita; se obtiene por reacción de solución de cloruro cálcico y trifosfato sódico con un exceso de amoníaco.

Envases: Botellas de vidrio, barriles de madera, recipientes de fibra y sacos de papel reforzado.

Usos: Cerámica, ácido fosfórico, polvo para pulimento, alimentos para ganado, clarificación de jarabes de azúcar, fertilizantes, dentríficos.

2.8.3.- Maltodextrinas: Son polisacáridos nutritivos sin poder edulcorante, formados por enlaces de D-glucosa a (1-4) de almidón parcialmente hidrolizado. Entre su composición se encuentran 2.3 % de monosacáridos, 2.8 % de disacáridos, 2.9 % de trisacáridos, 3 % de tetrasacáridos y 89 % de polisacáridos, estas maltodextrinas se obtienen por vía enzimática, ácida o combinación de ambos métodos.

Deben tener un valor de equivalente dextrosa menor a 20, ya que con un valor mayor, se les llama sólidos de jarabe de maíz.

Usos: En productos horneados para la formulación de rellenos o coberturas de todo tipo, en bebidas en polvo como agente dispersante, además de aportar cuerpo y textura, es vehículo en sustitutos de crema para café, quesos en polvo, saborizantes.

2.8.4.- Gelatina: La gelatina es una proteína animal que se obtiene a partir del tejido conectivo de los huesos por medio de extracciones alcalinas sucesivas a temperaturas elevadas, seguidas de filtración, y secado del extracto. La característica más importante de la gelatina es que forma geles termorreversibles a bajas concentraciones. Por su naturaleza proteica, la gelatina puede sufrir reacciones de hidrólisis, tanto por ácidos como por enzimas proteolíticas.

2.8.5.- Goma arábiga: Es un exudado natural de árboles pertenecientes a la familia de las acacias, formada por ácido D-metilglucorónico.

Propiedades: Altamente soluble en agua, insoluble en aceites y solventes orgánicos, viscosidades bajas y altas, estable a pH 4.5-11, posee propiedades emulsificantes, agente formador de películas alrededor de glóbulos de grasa, es compatible con la mayoría de las gomas, almidones, carbohidratos y proteínas.

JUSTIFICACION

A igual que los alimentos, algunos aditivos sufren alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas, esto como producto de la interacción con el medio ambiente (agua, luz, temperatura, oxígeno, etc.); esto significa que la vida de anaquel de un producto terminado está determinada por el tiempo en que se manifiesten estas alteraciones.

El presente trabajo tiene como objeto proporcionar a algunos aditivos que son empleados en la industria alimentaria, una cubierta protectora que presente las siguientes ventajas.

a) Que permita modificar unas de las propiedades físicas de algunas sustancias con el objeto de hacerlos más manejables, tal es el caso de algunas sustancias que se presentan en forma líquida y que después del proceso resultan sólidos libres en flujo.

b) Que permita mezclar y almacenar en forma conjunta sustancias que reaccionan y que son incompatibles entre sí.

c) Evitar la pérdida de los componentes volátiles de un saborizante.

d) Proteger las interacciones indeseables del saborizante con el alimento.

e) Minimizar las interacciones saborizante-saborizante, es decir, si el saborizante tiene constituyentes reactivos (aldehídos y aminas que formarían bases de Schiff), los saborizantes pueden ser divididos en partes, una conteniendo los aldehídos y la otra las aminas, para luego incorporarse a una mezcla.

f) Controlar el efecto de la liberación.

DIAGRAMA DE BLOQUES

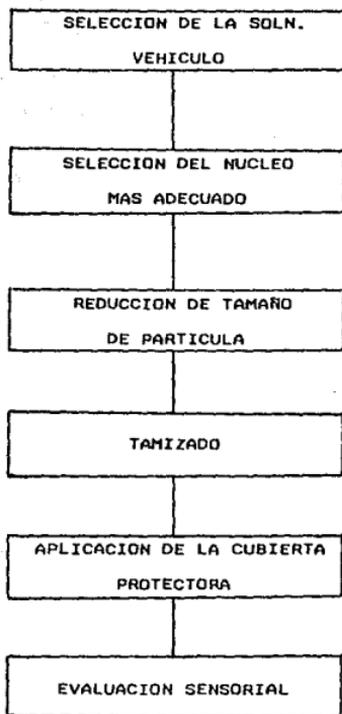


Fig. 8.

DIAGRAMA DE FLUJO

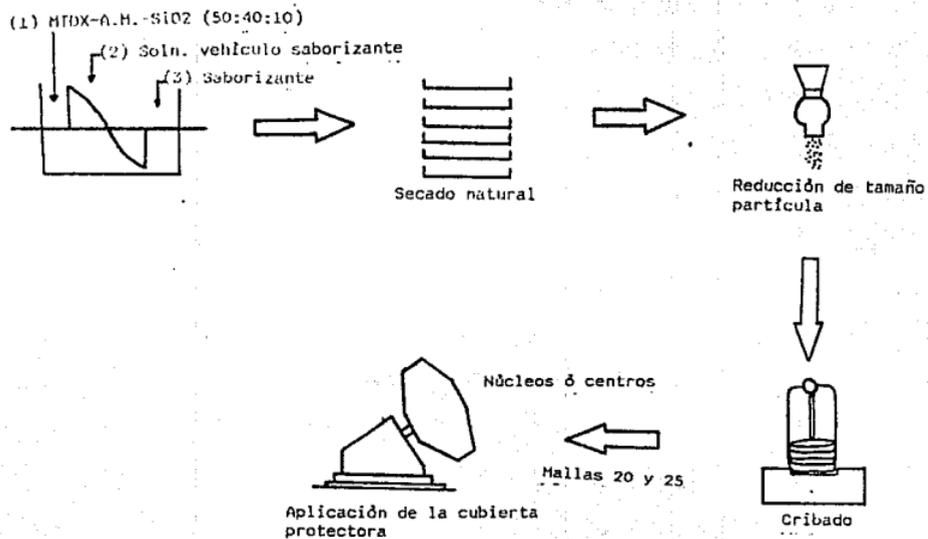


Fig. 7.

CAPITULO III

DISENO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se divide en tres etapas: Nivel laboratorio, nivel planta piloto y evaluación sensorial.

3.1.- NIVEL LABORATORIO.

3.1.1.- Pruebas preliminares para selección de núcleos y solución vehículo.

3.1.1.1.- Selección de la solución vehículo: Para la selección de la solución vehículo se siguió el siguiente criterio; se requiere de una solución en la cual los núcleos fueran insolubles y en la que el saborizante tuviese compatibilidad. Para lo cual se realizan las siguientes pruebas con los posibles vehículos:

- a) Etanol al 96%-Propilenglicol (1:1)
- b) Etanol al 96%-Propilenglicol (2:1)
- c) Etanol al 96%-Agua (3:1)
- d) Propilenglicol

e) Etanol al 96%

Se realizan pruebas utilizando 5 g. de núcleos, haciendo una mezcla homogénea con las soluciones anteriores para observar su comportamiento.

3.1.1.2.- Selección del núcleo adecuado: Debido a sus propiedades acarreadoras y formadoras de películas, además de su bajo costo, la maltodextrina es seleccionada como uno de los componentes del núcleo que favorece las características de nuestro proceso, en el que el tamaño mínimo de partícula que se puede utilizar es entre malla 20 y 25, por lo tanto se realizan pruebas en las que se combinan los núcleos disponibles en diferentes proporciones.

Maltodextrina-Fosfato tricálcico (MTDX-P04).

a) 90 % - 10 %

b) 80 % - 20 %

c) 70 % - 30 %

Maltodextrina-Dióxido de silicio (MTDX-SiO2).

a') 90 % - 10 %

b') 80 % - 20 %

c') 70 % - 30 %.

3.1.2.- Determinación de la cantidad mínima de solución vehículo saborizante para obtener una distribución homogénea con núcleos por dos métodos.

3.1.2.1.- Método de atomización.

a) Una vez homogenizados los núcleos en las diferentes proporciones seleccionadas se procede a extenderlos en una superficie plana.

b) La solución saborizante es atomizada a una distancia aproximada de 20 cm. para aprovechar el diámetro de mayor abertura del abánico de rocío de la solución saborizante.

c) Los núcleos son reagrupados y mezclados para obtener una mejor distribución de la solución saborizante.

d) Nuevamente se extienden los núcleos sobre la superficie para el secado o eliminación del solvente.

3.1.2.2.- Goteo o "plated".

a) Una vez homogenizados los núcleos en las diferentes proporciones seleccionadas se aplica la solución de saborizante.

b) La solución saborizante es añadida y al mismo tiempo se aplica una fuerza mecánica de mezclado hasta la obtención de una pasta homogénea.

c) Una vez formada la pasta se extiende sobre una superficie plana para el secado o eliminación del solvente en forma natural.

3.1.3.- Reducción de tamaño de partícula.

Como ya hemos mencionado anteriormente por las características particulares de nuestro proceso, el tamaño de partícula mínimo para poder trabajar en el bombo se encuentra en un intervalo de 200 a 600 micras por lo que necesitamos ejercer una fuerza mecánica a la pasta seca previamente preparada y así poder reducir el tamaño de partícula. En este caso la fuerza se aplicó con un mortero.

3.1.4.- Tamizado.

Con el objeto de seleccionar el tamaño de partícula más conveniente para el proceso de cobertura que se llevará a cabo más adelante, los núcleos son sometidos a la operación de tamizado de la cual se eligen los núcleos con tamaño de partícula de malla 20 y 25. Esto se logra haciendo pasar 50 g. de la mezcla preparada durante 15 minutos a través de diferentes tamices y así poder obtener el rendimiento de cada tamiz.

3.1.5.- Aplicación de la cubierta protectora.

3.1.5.1.- Selección de la solución de cobertura:

Una vez obtenidos los tamaños de partícula óptimos se proceden a realizar una serie de pruebas en el bombo con las gomas disponibles que fueron: goma arábiga y grenetina de 250° bloom.

a) Para llevar a cabo este paso, primeramente seleccionaremos la concentración de las gomas haciendo unas pequeñas pruebas de película que nos permitan obtener una cubierta resistente, delgada y que nos facilite su aplicación mediante un atomizado.

b) Preparar una solución de la goma a emplear adicionando un colorante con el objeto de apreciar la eficiencia de cobertura en los núcleos.

c) Cuantificar la cantidad necesaria de solución de cobertura para cubrir 50 g. de núcleos y poder extrapolar los resultados.

d) Una vez seleccionada la solución de cobertura se llevan a cabo las pruebas preliminares de operación en el bombo manejando variables como carga del bombo y número de aplicaciones, ambas manejadas de manera independiente manteniéndose fijas las otras variables.

3.2.- NIVEL PLANTA PILOTO.

3.2.1.- Selección del núcleo adecuado.

En esta fase se realizan cambios en la formulación inicial de los núcleos debido a que la formulación que se logró a nivel laboratorio no cumplía con las necesidades de consistencia que se requerían para el proceso en una escala mayor.

Se empezó manejando la humedad de la solución vehículo como posible solución al problema, tomando como antecedente los resultados adquiridos en las pruebas a nivel laboratorio, además de la adición de otro constituyente del núcleo que favorezca la formación de redes de hidratación.

Las mezclas realizadas son las siguientes:

MEZCLA 5 Kg.	PROPORCIÓN %	% DE HUMEDAD EN SOLN. VEHICULO
Mtdx-SiO2	70-30	10
Mtdx-SiO2	70-30	15
Mtdx-A.M.-SiO2	70-20-10	15
Mtdx-A.M.-SiO2	50-40-10	15

A.M.: Almidón Modificado.



Fig. 10: Mezcladora sigma empleada para la elaboración de los núcleos.

No Hay Hoja

41
—
Σ

3.2.1.1.- Agregar cada uno de los lotes anteriores a una mezcladora sigma (Fig. 10).

Adicionar la solución vehículo a la cual se le añadió previamente un colorante con el propósito de observar la homogeneidad del mezclado. Una vez que el producto fluidiza se coloca en charolas de panificación para su posterior secado.

3.2.2.- Reducción de tamaño de partícula.

Se efectúa en un molino de platos, ya que es necesario graduar el tamaño de la partícula durante el desarrollo del proceso.

3.2.3.- Tamizado.

Procedimiento similar al punto III del nivel laboratorio.

3.2.4.- Aplicación de la cubierta protectora.

Se colocan 5 Kg. de núcleos de malla 25 a un bombo de forma poligonal, diámetro de 35 pulgadas, profundidad de 25 pulgadas y ángulo sobre la horizontal de 45°, se proceden a realizar las coberturas con las soluciones de las gomas mencionadas anteriormente cuantificando la cantidad que se requiera en cada caso. se deja secar y se evalúa (Fig. 11).

Una vez seleccionado el proceso a seguir, se procede a elaborar núcleos de saborizante microencapsulado para posteriormente aplicarlos a un producto terminado y así poder llevar a cabo una evaluación sensorial.

3.3.- EVALUACION SENSORIAL.

En este punto se tratan de calificar las características del saborizante elaborado, haciendo una comparación del mismo contra los obtenidos por el método de secado por aspersión y con el saborizante líquido.

Los saborizantes serán evaluados en una bebida suave por un panel de jueces, se aplicará la técnica de "Perfil de Sabor", que es una de las herramientas en las cuales se apoya el análisis sensorial cualitativo Q.D.A (Quality Descriptive Analysis).

La manera de evaluar cada uno de los descriptores es la siguiente:

0: No se percibe sabor y/o aroma.

X: Sabor y/o aroma en umbrales.

1: Sabor y/o aroma débil.

2: Sabor y/o aroma adecuado.

3: Sabor y/o aroma fuerte.

Para desarrollar esta etapa se utilizarán los siguientes formatos.

FECHA.....

NOMBRE.....

AROMA

POTO.....

POTO.....

POTO.....

DESCRIPTORES

PIÑA

VERDE

FLORAL

FRESCURA

DULCE

MADURO

IMP. TOTAL

FECHA _____

NOMBRE _____

SABOR

PDTO. _____

PDTO. _____

PDTO. _____

DESCRIPTORES

PINA

VERDE

FLORAL

FRESCURA

DUCE

ACIDO

AMARGO

MAURO

CARAMELO

IPH. TOTAL

FECHA _____

NOMBRE _____

REMANENTES

PDTO. _____

PDTO. _____

PDTO. _____

DESCRIPTORES

DULCE

AMARGO

IMP. TOTAL

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1.- NIVEL LABORATORIO.

4.1.1.- Pruebas preliminares para la selección de núcleos y solución vehículo.

4.1.1.1.- Selección de la solución vehículo:

- a) Se obtiene una pasta homogénea de consistencia grasosa.
- b) Semejante al resultado anterior pero de consistencia menos grasa.
- c) Pasta homogénea de consistencia chiclosa y difícil de manejar.
- d) Pasta homogénea demasiado oleosa.
- e) Pasta homogénea de fácil manejo.

4.1.1.2.- Selección del núcleo adecuado.

Tabla 1.

TABLA 1 : SELECCION DEL NUCLEO ADECUADO.

MEZCLA (5g.)	PROPORCION %	CARACTERISTICAS
Mtdx-P04	90-10	Después de la evaporación del solvente - hay un ligero incremento del tamaño de - partícula, pobre integración entre los - componentes del núcleo, peso constante - la evaporación de la solución vehículo - se lleva a cabo rápidamente.
Mtdx-P04	80-20	Al igual que al anterior, el aspecto es arenoso y hay una pobre retención del saborizante.
Mtdx-P04	70-30	Similar a las anteriores.
Mtdx-Si02	90-10	Después de la evaporación del solvente - se favorece el incremento de tamaño de partícula, hay una buena integración de los materiales formadores del núcleo, buena retención de saborizante, peso constante.
Mtdx-Si02	80-20	Se incrementa la retención del saborizante así como la resistencia de los núcleos.
Mtdx-Si02	70-30	Mayor incremento de las características anteriores.

MTDX: Maltodextrina.

**4.1.2.- Determinación de la cantidad mínima de la solución
vehículo-saborizante.**

4.1.2.1.- Método de atomización.

Presenta dificultad para la total cobertura con el vehículo,
debido a que al extender la mezcla, su baja densidad provoca que el
atomizado disemine la mezcla. Tabla 2.

4.1.2.2.- Método por goteo o plated.

Tabla 3.

4.1.3.- Reducción de tamaño de partícula y tamizado.

Tabla 4.

4.1.4.- Aplicación de la cubierta protectora.

4.1.1.- Selección de la solución de cobertura.

a) Pruebas de película.

Tabla 5.

(b) y (c).- Pruebas preliminares de operación en el bomo.

TABLA 4: PRUEBAS DE TAMIZADO

No. DE MALLA	% OBTENIDO
RECHAZO DE 20	33.8
20	5.4
25	11.1
40	22.2
FINOS	25.8

TABLA 5: PRUEBAS DE PELICULA

PRUEBAS REALIZADAS CON GOMA ARABIGA	
CONCENTRACION DE SOLN. DE COBERTURA	CARACTERISTICAS
4 %	La película es frágil, por lo que se ve afectada su continuidad. No seca fácilmente y al aplicar la goma, el diámetro del abanico de rocío es extenso.
5 %	La película incrementa su resistencia, así como su continuidad. Disminuye el tiempo de secado y el diámetro de abertura del abanico de rocío reduce su tamaño.
6 %	Características similares al anterior, pero el diámetro de abertura de rocío disminuye.

TABLA 5: PRUEBAS DE PELICULA

PRUEBAS REALIZADAS CON GELATINA DE 250° BLOOM	
CONCENTRACION DE SOLN. DE COBERTURA	CARACTERISTICAS
3 %	La película es frágil pero es continua, diámetro del abanico de rocío es grande y el secado es lento.
4 %	La película es continua, su resistencia incrementa, el diámetro del abanico de rocío es más pequeño y el secado es más rápido que el anterior.
5 %	A pesar de que la película es continua, su espesor no es homogéneo. Es resistente pero cuando se aplica hay formación de espuma.

TABLA 6: PRUEBAS DE COBERTURA CON GOMA ARABIGA.

CARGA (g.)	ML. DE SOLN.	CARACT. EN LA APLICACION	CARACT. EN POTO. TERMINADO
50	10	Algunos núcleos debido a las propiedades adhesivas de la goma se pegan a la pared del bombo, siendo necesaria la intervención manual. No hay apreciación de las zonas de movimiento de los núcleos en el bombo.	Algunos núcleos no llegan a ser cubiertos.
80	20	Ya son apreciadas las zonas de movimiento de los núcleos dentro del bombo. Se adhieren menos las partículas a las paredes del bombo por lo que la intervención manual se realiza con menor frecuencia.	No existe diferencia en el producto, pero se favorece la manipulación del bombo.
100	25	Las zonas de movimiento de los núcleos dentro del bombo son bien definidas. La intervención manual es para favorecer la rotación de los núcleos.	Mejora la homogeneidad de los núcleos cubiertos, pero la cobertura es pobre.

Nota: La prueba se realizó para una sola aplicación manejando como variable la carga.

Tablas 6, 7, 8 y 9.

4.2.- NIVEL PLANTA PILOTO.

4.2.1.- Selección del núcleo adecuado.

Tabla 10.

4.2.2.- Aplicación de la cubierta protectora.

4.2.2.1.- Aplicación de la cubierta con goma arábiga en solución al 5 % (Fig. 13).

El efecto que produce la goma arábiga en el tamaño de partícula del producto es un factor determinante, es decir, se forman aglomerados que cubren una gama de tamaños desde muy finos hasta alrededor de 1 cm. de diámetro.

El efecto que produce hace que sea difícil la operación, ya que conforme la goma es atomizada se presenta la formación de aglomerados. La goma genera un efecto de adherencia entre los núcleos, el cual es suficientemente resistente para impedir la desincorporación del aglomerado.

TABLA 7: PRUEBAS DE COBERTURA CON GELATINA 250° BLOOM.

CARGA (g.)	ML. DE SOLN.	CARACT. EN LA APLICACION	CARACT. EN PDTO. TERMINADO
50	12	No se perciben las zonas de movimiento de los núcleos dentro del bombo. Se observa adherencia entre partículas. El secado es más rápido.	Algunas partículas no quedan cubiertas.
80	24	Las zonas de movimiento de los núcleos se empiezan a definir. Se forman pequeños aglomerados. Se favorece la operación de cobertura.	Se percibe mejor homogeneidad en la cobertura.
100	30	Las zonas de movimiento de núcleos están bien definidas al igual que en los casos anteriores, la intervención manual y la fuerza de secado son frecuentes. No se pierde la individualidad de cada partícula a pesar de que hay aglomeración. La operación se ve muy favorecida.	Mejora el aspecto general de la cobertura de partículas.

Nota: La prueba se realizó para una sola aplicación manejando como variable la carga.

TABLA 8: PRUEBAS DE COBERTURA CON GDMA ARABIGA.

COBERTURAS	ML. DE SOLN.	CARACT. EN LA APLICACION	CARACT. EN PDTO. TERMINADO
1	25	Las zonas de movimiento de los núcleos dentro del bombo son bien definidas. La intervención manual es para favorecer la rotación de los núcleos.	Mejora la homogeneidad de los núcleos cubiertos, pero la cobertura es pobre.
2	50	Ligera formación de granulos. Se hace más frecuente la intervención manual y el secado forzado.	Los granulos son fácilmente desincorporados. Algunas partículas pierden su individualidad y se unen a otras para dar lugar a una de mayor tamaño. Mejor cobertura que en el caso anterior.
3	70	Se incrementa ligeramente el tamaño de los granulados. Es necesario eliminar la mayor cantidad de solvente para la próxima aplicación.	La cobertura enriquece. Resultados semejantes al anterior.

Nota: Se utilizó una carga de 100 g. de núcleos manejando como variable el número de coberturas.

TABLA 9: PRUEBAS DE COBERTURA CON GELATINA DE 250° BLOOM.

<u>COBERTURAS</u>	<u>ML. DE SOLN.</u>	<u>CARACT. EN LA APLICACION</u>	<u>CARACT. EN PDTO. TERMINADO</u>
1	30	Las zonas de movimiento de núcleos están bien definidas al igual que en los casos anteriores, la intervención manual y la fuerza de secado son frecuentes. No se pierde la individualidad de cada partícula a pesar de que hay aglomeración. La operación se ve muy favorecida.	Mejora el aspecto general de la cobertura de partículas.
2	60	Incremento ligero debido a la formación de granulados. Hay intervención manual con mayor frecuencia. El secado es más rápido.	Las partículas no pierden su individualidad. Los granulados se desbaratan con poca presión sin que las partículas se dañen
3	80	Semejante al anterior.	Mejora notablemente la cubierta protectora.

 Nota: Se utilizó una carga de 100 g. de núcleos manejando como variable el número de cobertura.

TABLA 10: SELECCION DEL NUCLEO MAS ADECUADO.

MEZCLA (5 Kg.)	PROPORCION %	% HUMEDAD SOLN. VEHICULO	CARACTERISTICAS
MTDX-SiO ₂	70-30	40	Placas integradas por polvos muy finos y muy fáciles de desincorporar. La pasta no es manejable para obtener el tamaño de partícula adecuado.
HTDX-SiO ₂	70-30	10	Placas integradas por polvos poco más compactos que la anterior que se desincorporan por bloques y no en polvos finos.
HTDX-SiO ₂	70-30	15	Placas constituidas por polvos, es más compacta que la anterior, se desincorpora por bloques pero aún la resistencia no es adecuada.
HTDX-AM-SiO ₂	70-20-10	15	Se obtienen bloques o placas de manera considerable la resistencia en relación a los anteriores. El producto adquiere un poco más de elasticidad.

MTDX: Maltodextrina.
A.M.: Almidón Modificado.

TABLA 10: SELECCION DEL NUCLEO MAS ADECUADO.

MEZCLA (5 Kg.)	PROPORCION %	% HUMEDAD SOLN. VEHICULO	CARACTERISTICAS
HDX AM-SiO2	50-40-10	15	Al igual que el punto anterior el producto adquiere la resistencia más aceptable, lo que favorece la siguiente operación que es la reducción de partícula.

7

Una vez que se obtiene el producto completamente seco, se aplica una presión para destruir los aglomerados, las partículas se fraccionan por lo tanto se obtienen polvos más finos.

4.2.2.2.- Aplicación de la cubierta protectora con grenetina de 250 bloom en una solución al 4 %.

El manejo de los núcleos se ve ampliamente favorecido con este biopolímero, ya que conforme se va aplicando la solución de cobertura se definen las diferentes zonas de turbulencia, hasta el punto en que la masa de núcleos está completamente húmeda, se forman pequeños aglomerados y se pierden las zonas de turbulencia, esto indica que es necesario eliminar la mayor cantidad de solvente que sea posible para que nuevamente los núcleos fluyan libremente y así poder seguir aplicando la solución de cobertura.

El efecto que produce en el tamaño de partícula de los núcleos no es tan grave como el caso de la goma arábiga, ya que aunque se forman pequeños aglomerados al eliminarse el solvente, con la simple rotación y una ligera presión manual, adquieren nuevamente su individualidad, además la eficiencia en la cobertura es considerablemente mayor.

4.3.- EVALUACION SENSORIAL.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial se muestran en las tablas 11, 12, 13.

Una vez que se eliminaron las posibles desviaciones en los jueces, se presenta el resumen en la tabla 14, que facilita el manejo de los datos para la elaboración del gráfico de perfil de sabor.

Para la elaboración del gráfico de perfil de sabor se eligió a los descriptores de mayor trascendencia y fueron eliminados aquellos cuya influencia no repercutía en la descripción del perfil.
Fig. 12.

TABLA 11: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL.

FECHA _____

NOMBRE _____

		AROMA														
		643					436					207				
		PDTO. _____					PDTO. _____					PDTO. _____				
JUEZ		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
DESCRIPTORES																
	PIÑA	2	2	3	2	X-1	1	X	2	1	1-2	1	1	2	X	X
5	VERDL.	1	1	1	0	X	0	X	X	0	X	1	1	2	1	0
	FLORAL.	0	X	2	X	1	1	0	1	0	1	0	X	1	0	X
	FRESCURA	2	1	1	1	X	1	X	1	0	1	2	1	1	X	X
	DULCE	1	X	0	1	1-2	0	0	2	X	1	1	X	1	X	0
	MADURO	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1-2	1	X	0	0	X
	IMP. TOTAL			2					1					1		

TABLA 12: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL.

FECHA_____

NOMBRE_____

SABOR															

	643					436					207				
	PDTO. _____					PDTO. _____					PDTO. _____				
JUEZ	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
DESCRIPTORES															
PIÑA	2	<u>1-2</u>	<u>1-2</u>	1	<u>1-2</u>	1	1	1	2	1	1	1	2	2	<u>X-1</u>
VERDE	1	1	1	X	X	1	1	0	X	X	0	X	1	X	0
FLORAL	2	0	1	0	X	1	0	2	0	<u>X-1</u>	0	0	2	0	0
FRESCURA	1	1	1	0	X	2	<u>1-2</u>	1	0	X	2	X	1	1	1
DULCE	1	2	3	3	1	1	2	2	2	<u>1-2</u>	3	3	2	X	<u>X-1</u>
ACIDO	2	<u>1-2</u>	<u>1-2</u>	<u>1-2</u>	<u>X-1</u>	0	2	3	X	X	<u>1-2</u>	<u>1-2</u>	1	<u>1-2</u>	1
AMARGO	1	2	1	1	1	0	2	2	0	X	1	X	0	0	0
MADURO	0	1	0	2	<u>1-2</u>	1	1	1	1	<u>X-1</u>	0	X	0	0	X
CARAMELO	0	X	0	X	2	0	X	1	2	1	0	0	0	X	X
IPM. TOTAL			1					<u>1-2</u>					1		

TABLA 13: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL.

FECHA _____

NOMBRE _____

JUEZ	REMANENTES														
	PDTO. 643					PDTO. 436					PDTO. 207				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
DESCRIPTORES															
ABRIG	1	1	2	X	0	1	2	X	1	0	1	3	1	X	0
AMARGO	1	2	1	1	1	1	2	2	0	2	0	X	0	0	0
TOT. TOTAL			1-2					1-2					1		

PDTO. 643: SABORIZANTE LIQUIDO.

PDTO. 436: SABORIZANTE COMERCIAL EN POLVO.

PDTO. 207: SABORIZANTE EN POLVO "USANDO ESTA METODOLOGIA"

TABLA 14: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL.

	PDT0. 643	PDT0. 436	PDT0. 207
DESCRIPTORES			
AROMA	2	1	1
SABOR PIRA	1-2	1	1
VERDE	1	X	X
FLORAL	X	X	0
DULCE	2	2	2
ACIDO	1-2	1	1-2
AMARGO	1	1	0
CARAMELO	X	1	X
REMANENTE AMARGO	1	1	0

PDT0. 643: SABORIZANTE LIQUIDO

PDT0. 436: SABORIZANTE COMERCIAL EN POLVO

PDT0. 207: SABORIZANTE EN POLVO "USANDO ESTA METODOLOGIA"

GRAFICO DE PERFIL DE SABOR

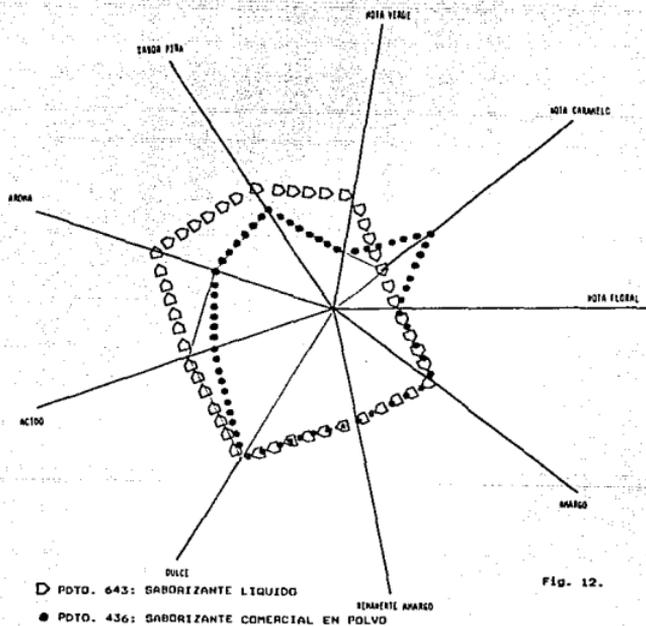


Fig. 12.

Et:

SP

ANALISIS DE COSTOS

El cálculo se realiza para 25 Kg. de producto, que es la capacidad del equipo utilizado. Esta producción es realizada en 1 hr.

COSTO DE LA BASE

MATERIA PRIMA	% EMPLEADO	CANTIDAD EMPLEADA (Kg.)	COSTO (\$/Kg.)	SUBTOTAL (\$)
Maltodextrina	50	12.5	2,215	27,688
Almidón modificado	40	10.0	6,500	65,000
SiO2	10	2.5	32,000	80,000
COSTO DE LA BASE				\$ 172,688

COSTO DE LA SOLUCION VEHICULO

MATERIA PRIMA	% EMPLEADO	CANTIDAD EMPLEADA (lts.)	COSTO (\$/l)	SUBTOTAL (\$)
Etanol	75	20.62	6,500	134,030
Saborizante	25	6.96	162,000	1,117,800
COSTO DE LA SOLUCION VEHICULO				\$ 1,251,830

COSTO DE LA SOLUCION DE COBERTURA

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>% EMPLEADO</u>	<u>CANTIDAD EMPLEADA</u>	<u>COSTO (\$)</u>	<u>SUBTOTAL (\$)</u>
Gr. en el lodo de 3.16com	4	0.24 Kg.	15,625/Kg.	3,750
Agua.	76	5.76 lts.	200/1	1,152
COSTO DE LA SOLUCION DE COBERTURA				\$ 4,902

COSTO DE ENERGIA Y MANO DE OBRA UTILIZADAS EN EL PROCESO

<u>ENERGIA EMPLEADA (Kw/hr)</u>	<u>COSTO (Kw/hr)</u>	<u>SUBTOTAL (\$)</u>
20	\$ 85.00	1,700

<u>PROCESO</u>	<u>SALARIO MINIMO (\$)</u>	<u>SUBTOTAL (\$)</u>
1 hr hombre	13,000	1,625
COSTO DE ENERGIA Y MANO DE OBRA UTILIZADOS EN EL PROCESO		\$ 3,325

COSTO GLOBAL DEL PROCESO

ESPECIFICACION	CANTIDAD	COSTO (\$)
base	25.00 Kg.	172,688
Solución vehículo	27.50 lts.	1,251,830
Solución de cobertura	6.00 lts.	4,902
Energía utilizada	20 Kw/hr	1,700
Mano de obra	1 hr-hombre	1,625

COSTO GLOBAL DEL PROCESO **\$ 1,432,745**

COSTO POR Kg. DE PRODUCTO **\$ 57,310**

SABORIZANTE EMPLEADO	COSTO (\$)/Kg.	DOSIS EMPLEADA	COSTO (\$) DE DOSIFICACION
Líquido	162,000	0.025 g	4,050
Comercial en polvo	63,000	0.070 g	4,410
En polvo usando esta metodología	57,310	0.060 g	3,439



A



B

Fig. 13. Aspecto final del producto.

A) Cubierto con grenetina de 250° bloom.

B) Cubierto con goma arábica.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1.- NIVEL LABORATORIO.

5.1.1.- Pruebas preliminares para la selección del núcleo y solución vehículo.

5.1.1.1.- Selección de la solución vehículo.

(a) y (b).- Por las características para cada pasta se puede observar dificultad para la evaporación del solvente en forma natural, esto prolongaría el tiempo general del proceso.

c).- La consistencia de las pastas la hacen realmente inmanejable y se generan muchas pérdidas, debido a que permanece mucho material en los utensilios que se usaron para obtenerla. Por otro lado, aunque es menor el tiempo de secado que en los puntos anteriores todavía se considera largo.

d).- En este caso es más fácil lograr la mezcla e incorporación del solvente, pero la eliminación de este es más lenta que en todos los casos.

e).- Las características de la pasta y la eliminación del solvente, relativamente más corta, lo hacen de esta manera el más apropiado de los solventes probados.

5.1.1.2.- Selección del núcleo adecuado.

Analizando las características de los núcleos en las diferentes proporciones que poseen ambas formulaciones, se descarta la posibilidad de usar la mezcla maltodextrina-fosfato de calcio como centros, debido a la pobre integración de los componentes que formarían el núcleo y a su débil retención del saborizante. Por otro lado, dentro de las mezclas de maltodextrina-óxido de silicio en sus diferentes proporciones, además de obtener las características que no se logran en la mezcla anterior, se incrementa la resistencia de los núcleos.

5.1.2.- Determinación de la cantidad mínima de la solución vehículo-saborizante.

5.1.2.1.- Método de atomización.

Presenta dificultad para la aplicación de la solución vehículo saborizante, ya que las corrientes provocadas por la operación traen como consecuencia que el dióxido de silicio, por su baja densidad sea diseminado en el aire.

Por otro lado la cantidad de solución saborizante necesaria únicamente para humedecer los núcleos y que nos garantice una

distribución del saborizante en toda la mezcla de núcleos es de dos a tres veces el peso de la muestra.

5.1.2.2.- Método de Goteo o "Plated".

Una vez que los núcleos son humedecidos podemos observar que al aplicarse una fuerza mecánica, aparece un interesante fenómeno llamado tixotropía, que favorece la distribución del saborizante en toda la mezcla de núcleos.

Por otro lado, podemos observar que la relación peso de la muestra solución-vehículo-saborizante se encuentra en una relación aproximada de 1:1 y además está determinada por la proporción de dióxido de silicio presente en cada formulación.

Todas estas características nos hacen elegir a este método como el más apropiado para la elaboración de los núcleos. Además para discriminar entre las diferentes proporciones de maltodextrina dióxido de silicio nos apoyamos en las características de los núcleos presentadas en la tabla 1; seleccionando entre ellas la proporción 70:30, ya que además de favorecer la integración entre los constituyentes del núcleo y el tamaño de partícula, es la relación que presenta la mayor resistencia del núcleo a las fuerzas mecánicas, así como la retención del saborizante.

5.1.3.- Reducción de tamaño de partícula y Tamizado.

Como podemos observar en la tabla 4, la distribución de partículas en cada malla nos explica la falta de homogeneidad en la reducción de partícula, debido a que ésta fue realizada en mortero, cayendo el mayor porcentaje en el rechazo de malla 20 y en las mallas 40 así como en las superiores, consideradas como polvos finos, obteniendo menor porcentaje en las mallas de nuestro interés, por lo que para la fase II o nivel planta piloto recomendamos usar un molino granular oscilatorio con lo cual se favorece esta operación.

5.1.4.- Aplicación de la cubierta protectora.

5.1.4.1.- Selección de la solución de cobertura.

Según los datos obtenidos en las pruebas de película para ambas gomas y observando sus características, decidimos emplear la concentración de 5 % para goma arábiga y de 4 % para grenetina, siendo necesarios 10 ml. y 12 ml. respectivamente para poder lograr la cobertura de 50 g. de núcleos o centros.

5.1.2.2.- Pruebas de cobertura realizadas en el bombo.

a) Variable carga: Observando la aplicación de la solución de la cobertura en ambos casos para las diferentes cargas manejadas dentro del bombo, distinguimos un mejor manejo de los centros, conforme la carga se incrementa.

b) Variable número de coberturas: Por un lado, en la aplicación de la cubierta de goma arábiga, el manejo de los núcleos dentro del bombo se va haciendo más difícil a manera que se incrementa el número de aplicaciones a estos, formandose granulos de núcleos que pierden su individualidad, es decir es difícil separarlos una vez secos sin provocar algún daño en las partículas, esto aunado a la cantidad de solución de goma empleada para una mejor cobertura que es de 70 ml. nos hace pensar seriamente en el uso de esta goma por el método empleado.

Con respecto a la aplicación de la solución de grenetina, el proceso en general se ve ampliamente favorecido, ya que podemos darnos cuenta cuando es necesario aplicar el aire para el secado debido a que se pierden las zonas de movimiento dentro del bombo.

Por otro lado aunque ocurren pequeñas aglomeraciones entre algunas partículas, estas no pierden su individualidad y recuperan aplicando una ligera presión sobre ellas una vez secas.

En cuanto al número de coberturas aplicadas existe muy poca diferencia entre las dos últimas, pero consideramos la mejor al segundo caso, es decir aquella en la que se aplican 60 ml., ya que la última sólo hace más gruesa la película.

5.4.- NIVEL PLANTA PILOTO.

5.4.1.- Selección del núcleo adecuado.

Conforme la humedad en la solución vehículo aumenta, la resistencia de los núcleos también lo hace, determinando un 15 % como máximo manejable que relacionado con las propiedades formadoras de redes del almidón modificado, no afectaron de manera considerable la operación de secado, de esta manera, el mejor ajuste en la formulación para el fin que se persigue, que es el aumento de la resistencia mecánica de los núcleos, es presentado por maltodextrina-almidón modificado-óxido de silicio en proporción 50:40:10 y con una humedad de la solución vehículo de 15 % .

5.2.2.- Determinación de la cantidad mínima de solución vehículo saborizante y reducción de tamaño de partícula.

Se efectuaron en el molino de características ya señaladas en el diseño experimental y presentando resultados semejantes, por lo que recalcamos el uso de un molino granular oscilatorio, con el que la operación se verá favorecida en eficiencia.

5.2.3.- Aplicación de la cubierta protectora.

Al igual que las pruebas realizadas a nivel laboratorio, la operación de cobertura es más fácil en el caso en que se usa la gretina, ocupando además casi un 10 % menos de solución de la

previsto, esto lo podemos explicar con el hecho de que existan más áreas de aplicación dentro del bombo.

5.3.- EVALUACION SENSORIAL.

Según los resultados aportados por los jueces encargados de hacer la evaluación sensorial, podemos observar la estrecha semejanza en aroma y sabor entre los productos que fueron preparados y secado por aspersión y el protegido mediante bombo respectivamente, lo que nos apoya para sostener que la mayoría de los componentes volátiles finos del saborizantes fueron retenidos, y que contrario al secado por aspersión, este método no necesita una adición o ajuste de sus notas por pérdida de estos componentes.

Por otro lado y tomando como referencia el saborizante líquido, podemos observar una clara ventaja de este sobre los otros dos productos, explicándose evidentemente esto, debido a que no fue sometido a ninguna otra operación, conservando sus notas remanentes que resaltan y apoyan el hecho del impacto de las notas originales.

5.4.- ANALISIS DE COSTOS.

Aunque sabemos de antemano que el método empleado no es de ninguna manera competitivo con el industrialmente utilizado (secado por aspersión), en relación a los grandes volúmenes que manejan y la continuidad del proceso. Según los resultados presentados en el análisis de costos, podemos proponerlo como un método complementario,

ya que el costo por Kg. de producto es 10 % menor que el secado por aspersión, lo cual nos hace pensar que al complementar el saborizante por el último método mencionado no se incrementan los costos totales del saborizante ya complementado. Por otro lado se verá beneficiado el perfil de sabor sin que haya necesidad de un ajuste de notas específicas.

ALGUNAS OTRAS ALTERNATIVAS DE APLICACION DEL BOMBO

Como se pudo observar, el trabajo consistió desde la preparación del centro en el cual se atraparía el saborizante, con esto, no queremos decir que se deba seguir el mismo trayecto con otras sustancias que nos puedan interesar, por este motivo, presentamos una serie de ellos y los posibles beneficios que podríamos obtener aplicandoles una cubierta protectora.

VITAMINA C.

Una encapsulación en la vitamina C, evita la rápida degradación por contacto con la humedad y temperatura, pudiendose aplicar a diferentes sistemas como:

- a) Nuevos alimentos que pueden ser fortificados.
- b) También proporciona bajos niveles requeridos, ya que es adicionado en la mezcla del productos terminados.
- c) Ahorro de costos debido a que se adiciona menor cantidad a los productos que van a ser fortificados.

SULFATO FERROSO.

Una alta fuente biodisponible de Fe para fortificación, ya no presenta problemas en el proceso, por lo que nuevos alimentos

previamente imposibles de fortificar pueden ser desarrollados y procesados.

- a) Los colores desagradables no son problema en productos brillantes.
- b) No se liberará, por lo tanto no impartirá el color gris característico.
- c) No se producen sabores desagradables, el producto es inerte en la mayoría de los sistemas.
- d) Previene reacciones del $FeSO_4$ con otros ingredientes.

VITAMINA B1.

La encapsulación de vitamina B1 proporciona:

- a) Protección contra la humedad, temperatura y oxígeno.
- b) Ahorro de costos en la fortificación de alimentos.

ACIDO CITRICO Y FUMARICO.

- a) Al encapsular estos ácidos se puede lograr un alto grado de flujo através del sistema sin aglomeramiento de materiales.
- b) Se puede obtener una liberación controlada.
- c) No adquieren humedad del aire, se protege de la luz y cambios de temperatura, por lo tanto aumenta la vida de anaquel.

GLUCO- δ -LACTONA.

- a) En sistemas de fermentación no se romperían en masas refrigeradas o en mezclas preparadas.
- b) Aumenta la vida de anaquel de los productos.
- c) En la carne proporciona control y uniformidad en el desarrollo de color, textura y sabor.

NaCl.

- a) Previene la absorción de agua durante el almacenamiento y transporte.
- b) Favorece su libre flujo y su uso en procesos continuos.
- c) No se libera durante el proceso, ya que no hay reacción hasta aplicar calor.
- d) Permite mayor flexibilidad y ahorro en costos cuando es adicionado durante un proceso inicial y es liberado cuando el producto es cocinado, asado u horneado.

ASPARTAME.

La encapsulación favorecería su empleo en panificación, ya que evitaría la descomposición de este en los amino ácidos que lo componen por haber sido sometido a altas temperaturas, esto le

permite conservar su poder edulcorante y emplearlo en este tipo de sistemas en los cuales no era posible.

ARROZ FORTIFICADO.

Cuando el arroz fortificado es cocinado en exceso de agua, una cubierta especial prevendría la eliminación de los nutrientes solubles en el agua de cocción, lo que es de importancia capital en los países subdesarrollados para los cuales se mezclaría en una proporción de arroz fortificado y no fortificado que cubriera los niveles de nutrición recomendados.

CONCLUSIONES

a) El proceso disminuye pérdidas por volatilización y descomposición por la aplicación de altas temperaturas.

b) Puede manejar intervalos de tamaño de partícula de 200 micras, hasta varios centímetros de diámetro.

c) Ofrece un amplio rango de espesor en la película de cubierta y con ello el control de la liberación.

d) Pueden emplearse un gran número de materiales naturales y sintéticos para las cubiertas.

e) No es necesario el ajuste de componentes volátiles para mantener el perfil del sabor.

f) Se pueden reforzar notas específicas.

g) Se pueden preparar, tanto materias primas como producto terminado.

h) El bombo es fácilmente operable.

i) No requiere altos costos de instalación.

j) No requiere altos costos de mantenimiento.

k) La operación es muy versátil, es decir, se pueden modificar muy fácilmente las condiciones de operación según las necesidades.

l) Se disminuyen los riesgos de una posible explosión en el equipo.

m) No hay incremento de costos en el producto ya complementado.

n) Tentativamente puede resultar un buen método complementario para la encapsulación de saborizantes.

o) Es un equipo que no requiere hidrocarburos como fuente de energía para su operación, por lo que tiene una trascendencia ecológica de importancia.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Amerine, M., Pangborn, Rose and Roessler, Edward.
"Principles of sensory evaluation of food"
Chapter 5. Academic Press 1965.
- 2.- Best, Daniel.
Opportunities with flavors and seasonings.
Prepared Foods, Sep. 1990.
- 3.- Best, Daniel.
Ten do's and dont's of flavor evaluation.
Prepared Foods, April 1991.
- 4.- Dean D., Duxbury.
"Encapsulated aspartame for bakery applications"
Food Processing, February 1990.
- 5.- Department of Nutrition and Food Science Massachusetts,
Institute of Technology Cambridge.
Edible Coating.
Food Engineering, Vol. 55, No. 1, 59, 1983.
- 6.- Diccionario de Productos Quimicos
- 7.- Fenaroli, Giovanni.
Handbook of Flavor Ingredients.
Second Edition, Vol. 1.
- 8.- Gennadios, Aristippos and Weller L., Curtis
Edible films coatings from wheat and corn proteins.
Food Technology, October 1990.
- 9.- Griffenhagen, George and Sonnedecker, Glenn.
A history of sugar coated pills and tablets.
Journal of American Pharmaceutical Association.
Vol. 18, No. 9, Aug. 1957.

- 10.- Griffenhagen, George and Sonnedecker, Glenn.
A history of sugar coated pills and tablets.
Journal of American Pharmaceutical Association.
Vol. 18, No. 9, Sep. 1957.
- 11.- Institute of Food Technologists.
Taking the Gamble out of product development.
Food Technology, June 1990.
- 12.- Institute of Food Technologists.
Food Flavors
Food Technology, December 1989.
- 13.- Lachmann.
Farmacotecnia teoria y práctica.
Vol. VI, Cap. 48.
- 14.- Lachmann.
Farmacotecnia teoria y práctica.
Vol. VI, Cap. 49.
- 15.- Lantz and Swartz.
"Pharmaceutical Unit Operation".
Cap. I.
- 16.- Lieberman Herbert A. and Lachmann.
"Pharmaceutical dosage forms".
Tablets. Vol. II.
- 17.- Luzzi, Louis A.
Microencapsulation.
Journal of pharmaceutical Science.
Vol. 59, No. 10, Oct. 1970.
- 18.- Nazaret, M. R. and Bhatia V. N.
Physical factors affecting the subcoating of
compressed tablets II.
Journal of Pharmaceutical Science.
Vol. 53, No. 9, Sep. 1964.
- 19.- Merck Index.

- 20.- Morales, Marco Tullio.
"El recubrimiento de tabletas, arte o ciencia".
Conferencia Laboratorios Grossman
(Auditorio del colegio de Q.F.B.)
México, D.F., Sep. 4 de 1991.
- 21.- Nisperos Carriedo, Myrna and Shaw E., Philip.
Volatile flavor components of fresh and
processed orange juice.
Food Technology, April 1990.
- 22.- Pedrero F., Daniel.
Ciclo de mesas redondas "La evaluación sensorial hoy
en México".
U.N.A.M. Sep. 1991.
- 23.- Pedrero F., Daniel y Pangborn, Rose Mary.
"Evaluación Sensorial de los Alimentos".
Métodos Analíticos. Segunda Parte.
1ra. Edición, 1989.
- 24.- Reineccius, G.A.
Flavor encapsulation
Food Reviews International, 5 (2), p. 147-176. 1989.
- 25.- Reineccius, G.A.
Carbohydrates for flavor encapsulation.
Food Technology, March 1991.
26. Sociedad Mexicana de Saboristas (Congreso).
Avances Tecnológicos y puntos críticos en la
utilización de saborizantes alimenticios.
Glo., Glo., Oct. 1987.