ELABORACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA A PARTIR DE HARINA DE ARROZ (ORIZA SATIVA)

Carlos Arcos, Angélica Loor, Fabiola Cornejo
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
carcos@espol.edu.ec; avloor@espol.edu.ec; fcornejo@espol.edu.ec

Resumen

En el presente artículo se pretende elaborar formulaciones para sopas instantáneas a base de harina de arroz, del tipo Oriza Sativa, con características organolépticas aceptables para los consumidores. Para la obtención de la harina se realizó el proceso de secado con flujo de aire promedio de, temperatura del aire en el secador y humedad relativa de; logrando así dibujar la curva de secado del proceso. Posteriormente se procedió a realizar diferentes formulaciones (cinco), de las cuales tres fueron evaluadas sensorialmente por escala hedónica de cinco puntos. Se estableció que no existe diferencia significativa en el sabor de las mezclas, por lo que podríamos usar cualquiera de las tres últimas formulaciones realizadas. Finalmente se realizó el cálculo de permeabilidad de vapor de agua para determinar el empaque más adecuado para éste producto y lograr una vida útil de 180 días, siendo Policloruro de Vinilideno (PDVC) el que cumplía con el k/x de 0.01252 gH2O/M2 Día mm Hg.

Palabras Claves: harina de arroz, sopas instantáneas, secado, permeabilidad de vapor de agua.

Abstract

This Project pretends to create a rice instant soup with Oriza Sativa rice. To obtain the flour we did a dry study to determinate the flow, wich was 0,63 m/s +/- 0,03, temperature 58,1°C +/- 0,2 and relative humidity14,41% +/- 0,0; this allowed us to draw the process´s dry curve. We did different formulas (five) and chose three of them to make a sensory analysis.

Although we prefer to work with the last one, the analysis shows that the three of them can be used because there is not a significant difference between them. Finally, is important to calculate the moisture vapor transmission rate to recommend the most appropriate material for the package of this product in order to obtain 180 days of life product.

Keywords: rice flour, instant soup, drying, moisture vapor transmission rate.

1. Introducción

El arroz es el grano que posiblemente sigue siendo la base de la alimentación de dos tercios de la población mundial por ser una buena fuente de carbohidratos, generalmente es consumido como arroz blanco pero últimamente están apareciendo numerosos productos en los que este cereal se añade como ingrediente. El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 ºC. Por encima de 40 º C no se produce la germinación. Por encima de los 23 ºC las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades [1]. El arroz es un cereal rico en carbohidratos, es fuente de proteínas y minerales, y no contiene colesterol. Su composición depende en gran medida de la variedad, de las condiciones medioambientales y del proceso al que sea sometido. En términos generales, la cascarilla representa el 20% del grano y está compuesta por aproximadamente un 20% de sílice. El salvado constituye el 10-15% del grano siendo una excelente fuente de proteínas (12-15%) y lípidos (15-20%). Las vitaminas y minerales principalmente se encuentran en el salvado y el germen, por ello cuando se eliminan estos componentes, su contenido presenta una considerable disminución. Los hidratos de carbono representan la mayor parte de la composición química del arroz, con un contenido aproximado de almidón del 80% (14% humedad). El almidón de arroz es un polímero de glucosas, formado por amilosa y amilopectina en diferentes proporciones según la variedad. El almidón determina las propiedades y la funcionalidad de los granos de arroz, y éstas son dependientes en gran parte de la relación amilosa/amilopectina [2]. La proteína es el segundo componente más abundante en el arroz, con valores situados entre 6,3-7,9%. El contenido de lípidos, aunque es mínimo tiene un papel muy importante en la nutrición, y en las características sensoriales y funcionales.

La NTC (Norma Técnica Colombiana) define las sopas y cremas como: productos elaborados a base de mezclas de cereales y sus derivados, leguminosas, verduras, pastas, carnes en general incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, y/o ingredientes característicos de su nombre (vegetales, especias, condimentos), con la adición o no de condimentos y/o sustancias saborizantes, grasas comestibles, cloruro de sodio, especias y sus extractos naturales o destilados u otros productos alimenticios que mejoran su sabor, y aditivos tales como los que se encuentran permitidos, o por la reconstitución y cocción de una mezcla equivalente de ingredientes, de acuerdo con las instrucciones para su uso. Las especificaciones que deben cumplir las sopas y cremas permite máximo 14.0 g de sodio por litro de producto preparado, también las que son elaboradas con base en granos de cereales y leguminosas secos, se permite un contenido de humedad hasta de 11% m/m [3].

Las modificaciones por tratamientos térmicos de deshidratación no sólo cambian las propiedades fisicoquímicas del almidón, sino que transforman la estructura granular a un polímero amorfo vítreo, que dependiendo de la intensidad del flujo calorífico se relaciona con algunos eventos de la gelatinización. Las alteraciones físicas más habituales en las sopas instantáneas son: cambio de color, apelmazamiento y en menor medida pérdida de sólidos. El apelmazamiento se presenta cuando la barrera del material de empaque contra el vapor de agua no fue la adecuada, existe un mal sellado o cuando el proceso de secado no fue efectivo restándole así estabilidad frente de la rehidratación temprana. El cambio de temperatura y humedad, tiene también efectos sobre la composición química. La pérdida de proteínas y vitaminas puede ser minimizada con una adecuada selección del proceso de deshidratación y unas buenas condiciones de almacenamiento [4]. Por lo que se calcula el requerimiento de barrera a la transmisión de vapor de agua para que el producto se mantenga en óptimas condiciones y se recomienda el material de empaque más adecuado.

2. Materiales y Métodos.

2.1 Características de Materia Prima

Se utilizó arroz de variedad Oriza Sativa, el cual fue adquirido en el cantón Lomas de Sargentillo, provincia del Guayas. Es de grano medio, con dimensiones de entre 6,2 y 6,6 mm, presentando un color blanco grisáceo traslúcido.

Los análisis físico-químicas del arroz fueron realizados por triplicado y el promedio se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Análisis físico-químico del arroz

Análisis	Método	Equipo	Valor
pH	AOAC 981.12	Phmeter	5,76
Acidez	Titulación	Bureta	$2{,}19\text{x}10^{-3}$
Humedad	AOAC 925.09	Termobalanza	64,75%

2.2 Metodología de trabajo

1. Caracterización de la materia prima.
    - Ph
    - Acidez
    - Humedad
2. Estudio de Pre-cocción.
    - Determinación de relación agua-arroz.
3. Secado.
4. Determinación de Isoterma de absorción.
5. Elaboración de curvas de secado.
6. Caracterización de la harina.
    - Proteínas.
    - Grasas.
    - Fibras.
    - PH.
    - Acidez.
    - Humedad.
    - Aw.
    - Granulometría.

2.2.1 Ensayos físico – químicos. En el proceso de obtención de la harina fue necesario realizar ensayos físico-químicos para la identificación de la materia prima, siguiendo el procedimiento previo descrito en la metodología de trabajo, sección 2.2. Los métodos y equipos usados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Métodos y equipos usados en análisis físico–químicos de la harina de arroz

Análisis	Equipo	Método
Granulometría	Zaranda	Gravimétrico
pH	Phímetro	AOAC 981.12
Acidez	Bureta	AOAC 942.15
Humedad	Termobalanza	AOAC 925.09
a_w	Aqualab	AOAC 978.18
Cenizas	Estufa	AOAC 920.26

2.2.2 Secado. Es necesario darle un tratamiento de pre-cocción a la materia prima, para el cual se realizó un estudio, donde se determinó la relación de arroz-agua a utilizar. En la tabla 3.

Tabla 3 Estudio de pre-cocción

Relación	Tiempo (min)
1:2	15
1:1	15

Se decide trabajar con la relación 1:1 para el proceso de pre-cocción previo al secado.

El proceso de secado se lo realizó en el secador del laboratorio de termofluidos, marca GuntHamburg CE130 TrayDryer Training Unit de 3,5 KW. Las condiciones ambientales fueron:

- temperatura ambiental de 28°C
- humedad relativa del 76%,

La toma de datos se la realizó cada 5 minutos, el área de secado total fue de 0,423 m^2.Las condiciones del aire fueron:

- flujo de aire promedio de 0,63 m/s +/- 0,03 temperatura del aire en el secador 58,1°C +/- 0,2 humedad relativa de 14,41% +/- 0,02

2.3 Isotermas de absorción.

Para obtener los datos y poder dibujar la curva de sorción se trabajó con el método isopiéstico. Se construyeron sistemas (triplicado) de sílica-gel (100g) y una pequeña cantidad de muestra (10g); éste sistema fue colocado dentro de tarrinas de plástico con la sílica gel por debajo y arriba (sin que haya contacto entre ellas) se colocó la muestra encima de unas bandejas de aluminio y papel filtro tratados previamente; véase la figura 1

.

Figura 1 Sistema de sílica-gel con muestra de materia prima

Los sistemas se colocaron en la estufa (80ºC; 30min), procediendo después a la medición apropiada de las muestras, determinación de humedad con la ayuda de la termo-balanza Kern y determinación de actividad de agua con el AqualabWaterActivity Meter.

La isoterma de absorción se diseña con la ayuda del programa CurveExpert 1.3 ajustado a la ecuación de GAB, tomando los datos de actividad de agua y humedad base seca se obtuvo la isoterma mostrada en la figura 2

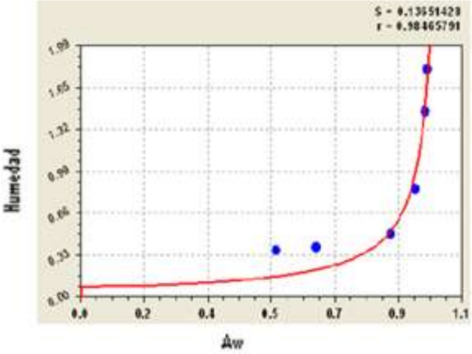

Figura 2 Isoterma de absorción de la materia prima

2.4 Proceso de secado

Para ingresar la materia prima al secador se procede tal como se mencionó en la sección 2.2 del presente capítulo. El proceso de secado se realizó en el secador descrito en la sección 2.2.3, utilizando las mismas condiciones y procedimiento.

Posteriormente, estos datos servirán para construir la curva de secado, basándose en la humedad libre (X) y humedad en base seca (Xt) obtenidas por la ecuación 1 y 2 respectivamente.

$$X = Xt * X^{*} \quad Ec. 1$$

$$Xt = \frac{W - Ws}{W} \quad Ec. 2$$

2.4.1 Curvas de secado. La figura 3 muestra la humedad libre de la muestra de harina en función del tiempo (Curva de Secado).

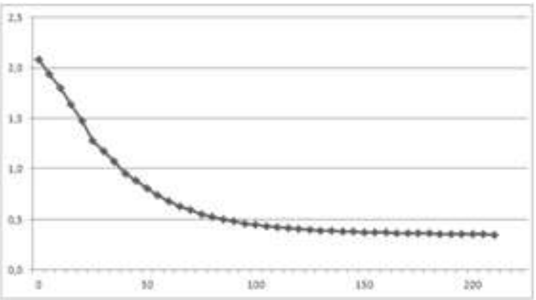

Figura 3Curva de secado de la materia prima

Evaluando la curva de secado, se puede observar la reducción de la humedad libre del sólido desde un valor inicial de 2.08 Kg H2O/Kg s.s, hasta un valor final de 0.3476 Kg H2O/Kg s.s.

Luego se calculó la velocidad de secado (Rc vs. X) en base a la ecuación 3 y se dibujó su curva respectiva (figura 4).

$$Rc = -\left(\frac{Ws}{A}\right)\left(\frac{\Delta X}{\Delta t}\right) \quad Ec. 3$$

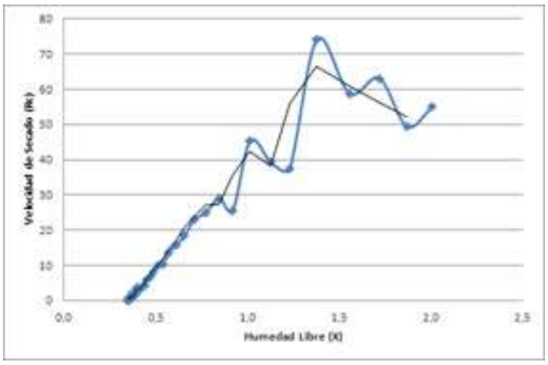

Figura 4 Curva de velocidad de secado (Rc vs. X)

La curva de secado también muestra los distintos períodos por los que atraviesa la materia prima durante este proceso.

2.5 Caracterización de la harina

Para la caracterización de la harina se realizaron pruebas por duplicado de pH, acidez, humedad y actividad de agua. Las pruebas de proteínas, grasas y fibras se realizaron en el Laboratorio Protal. Véase tabla3.

Tabla 3 Análisis físico-químicos y bromatológico de la harina de arroz

Análisis	Valor	Método
Proteínas*	11,13%	AOAC 902.87
Grasas*	0%	Monjonnier
Fibra*	0,12%	AOAC 978.10
pH	6,24	AOAC 981.12
Acidez	$2{,}01x10^{2}$	AOAC 942.15
Humedad	6,6%	AOAC 925.09
a_w	0,3585	AOAC 920.26

(*) Resultados de las pruebas bromatológicas realizadas por el Laboratorio PROTAL – ESPOL,

La granulometría de la harina se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 Granulometría de la harina de arroz

Malla	Diámetro de partícula (mm)	MasaRetenida (g)	% Retención
50	0,3	20,2	13,74
70	0,212	15,7	10,68
100	0,15	22,6	15,37
140	0,106	19,6	13,33
200	0,075	17,4	11,84
	Fondo	51,5	35,04
	Total	147	100

El diámetro de partícula fue calculado por Reboux, siendo de 122.34mm y los datos más detallados se muestran en la tabla 5.

2.6 Elaboración de la sopa

A continuación se muestra el proceso de elaboración de la sopa instantánea de harina de arroz.

Figura 5 Proceso de elaboración de la sopa instantánea de harina de arroz

3. Obtención de la sopa instantánea a base de harina de arroz

Este capítulo se basará específicamente en el desarrollo de la formulación de sopas instantáneas a base de harina de arroz y se detallarán las características del producto final.

3.1 Ingredientes

Harina de arroz: es un tipo de harina producida como se describe en el capítulo anterior. Es usada para la elaboración de algunas recetas, se la puede mezclar con harina de trigo, o en su defecto, sustituirla.

Leche: se utiliza como agente espesante para darle una mejor consistencia al producto final.

Especias: se usan como agentes saborizantes logrando el sabor atractivo de la sopa.

Glutamato monosódico: está presente como potenciador de sabor [5].

3.2 Formulaciones

En el diseño del experimento realizado para conseguir la fórmula de la sopa instantánea se crearon 5 formulaciones para determinar cuál será la que tenga sabor, olor, color y consistencia agradable. Después de esto, se realizaron pruebas de evaluación sensorial mediante escala hedónica de 5 puntos a 30 panelistas de diferentes sexos, entre 20 y 27 años de edad. Se realizaron diferentes pruebas donde se le adicionaron especias en diferentes proporciones y se escogió la de mayor aceptación.

En la formulación 1 se usó 4g de la mezcla en 44.4ml de agua. Se obtuvo una sopa salada con color característico, inodora y de baja consistencia.

En la formulación 2 se usó 5.3g de la mezcla en 40ml de agua. El resultado fue una sopa con un sabor particular a cebolla por el aumento de esta especia en la fórmula, color verdoso por la presencia de perejil, olor a cebolla y menos líquida que la formulación anterior.

En la formulación 3 se incrementó la cantidad de harina, se disminuyó la cantidad de leche y el porcentaje de especias se mantuvo pero variando la cantidad de cada una de ellas. El sabor era un tanto agradable y pero no se percibía mucho, por lo que se decidió utilizar un potenciador de sabor y aumentar el porcentaje de especias y leche. El color, olor y consistencia no presentaron problemas. En la tabla 6 se muestran las 3 formulas anteriormente descritas

Tabla 6 Formulación 1, 2 y 3

	Harina %	Especias %	Leche %
F 1	75	25	0
F2	74.8	17.28	7.91
F3	75.63	17.48	6.89

La tabla 7 muestra la formulación 4 y 5.

Tabla 7 Formulación 4 y 5

	Harina %	Especias %	Leche %	Glutamato %
F4	68.07	21.85	10	0.08
F5	60.06	29.85	10	0.09

En la formulación 4 el sabor pudo percibirse mejor; sin embargo, seguía siendo muy tenue. Por lo que se incrementó aún más la cantidad de especias. En la formulación 5 no hubo problemas. Se consiguió un producto de sabor agradable.

3.2.1 Evaluación sensorial. La evaluación sensorial fue realizada como se indicó en la sección anterior (3.2), se aplicó solamente a las tres últimas fórmulas para determinar si el uso de Glutamato monosódico incide o no en las formulaciones. El análisis de los resultados obtenidos de los jueces se evaluó con el método de análisis de varianza [6]. Así se obtuvieron los siguientes resultados descritos en la tabla 9.

Tabla 9 Análisis de varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Varianza Estimada	f
Tratamientos	2	792	396	0.92
Jueces	30	652	22	0.05
Residual	60	25706	428	
Total	92	27150		

Con los resultados obtenidos, se procede a comparar el f calculado con el f de tabla y se obtiene que no existe diferencia significativa entre las muestras. La tabla 10 señala la comparación de los f calculados versus los f de tabla.

Tabla 10 Fc vs. Ft

	Fc	Ft
Fv	0,924	3,15
Fj	0,051	1,39

No existe diferencia significativa en el sabor de las tres muestras evaluadas, por lo que se concluye que la presencia de Glutamato no tiene incidencia significativa en el sabor de las tres formulaciones.

3.2.2 Aporte nutricional y energético.El aporte nutricional por cada 100 gramos de sopa de muestra en la siguiente tabla. Se calculó partiendo de los datos mostrados en la tabla 3 de la sección 2.5 del documento usando regla de 3, en la que se toma como base un valor para 100 gramos de harina y tomando los porcentajes usados en la formulación mencionada en el capítulo 3.2 del documento se procedió a calcular la cantidad de proteínas, carbohidratos y grasas para 100 g de sopa y los resultados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11 Perfil bromatológico de la sopa

Nutriente	En 100 g de harina	En 100 g de sopa
Carbohidratos	88,53	49,9
Proteínas	11,13	28
Grasas	0	8,4

El aporte energético de la sopa se muestra en la tabla 12, mismo que fue calculado usando regla de 3, usando la información que cada gramo de proteína y carbohidrato aporta con 4 Kcal y cada gramo de grasa aporta 9 Kcal [7].

Tabla 12 Aporte energético de la sopa

Calorías	100 g. de sopa	1 porción (14 g sopa/200 ml agua)
Totales	388 Kcal	54 Kcal
Proteína	112 Kcal	16 Kcal
Carbohidratos	200	28 Kcal
Grasa	76 Kcal	10 Kcal

3.2.3 Rehidratación. Se usaron 4 diferentes mezclas de harina-agua en las cuales se determinó la temperatura y tiempo de gelificación, los que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13 Tiempo y temperatura de gelificación de las mezclas harina-agua

Prueba	Relación	Tiempo (min)	T (°C)
1	1:13	8	96,8
2	1:14	11	94,4
3	1:15	12	81
4	1:18	13	53

Se observó que la mezcla con mayor proporción de harina muestra un tiempo y temperatura de gelificación más bajo que el de las muestras con menores proporciones de la misma, lo que nos da una idea de la rapidez con la cual se puede llevar a cabo la preparación de la sopa instantánea. En la figura 7 se muestran los polvos reconstituidos con las diferentes relaciones descritas anteriormente.

Figura 7 Reconstitución de las mezclas 1, 2, 3 y 4

3.3 Estabilidad

3.3.1 Determinación de Humedad crítica. La definición de humedad crítica es uno de los puntos más importantes para la determinación de la permeabilidad al vapor de agua en empaque. El análisis de humedad crítica fue realizado en el AquaBath, donde se introdujeron varias muestras que luego fueron retiradas en distintos intervalos de tiempo previamente establecidos para obtener distintos porcentajes de humedad y observar los cambios que puedan presentarse en las mismas, antes y después de ser reconstituidos. La prueba busca identificar el factor de deterioro en el producto; así como, el porcentaje de humedad y valor de Aw al cual se presenta. Véase figura 8.

Figura 8 Apelmazamiento de las muestras humedad 10%

Cuando la muestra alcanza el 10% de humedad y un valor de 0.6895 de Aw se produce apelmazamiento; sin embargo, al momento de reconstituir la mezcla, las demás características organolépticas se mantienen. La evaluación fue visual, realizada por seis panelistas entrenados dentro del laboratorio. Los resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Resultados de las muestras al salir del AquaBath

Muestra	% H	Aw	Resultado
A	9,59	0,66	No apelmazado
B			
C	9,97	0,67	No apelmazado
D			
E	10	0,69	Apelmazado
F			
G	10,59	0,74	Apelmazado
H			

Por lo tanto, el producto puede soportar hasta 10% de humedad sin que se alteren sus propiedades físicas u organolépticas.

3.3.2 Elaboración de Isoterma del producto terminado. Se realizó la isoterma de desorción, con la ayuda del programa Curve Expert donde se obtuvo R2 de 0.98601372 y el modelo de GAB. La humedad crítica tiene un valor de 10.5.

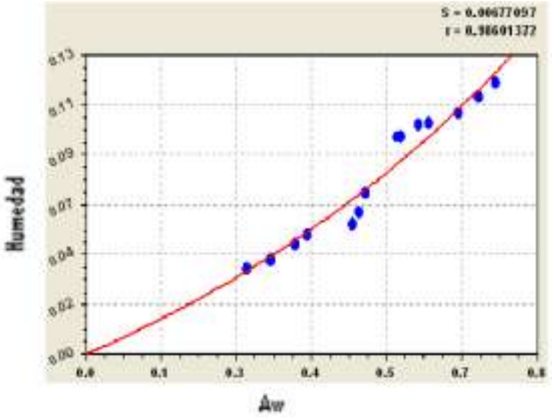

Figura 10 Isoterma de sorción de producto terminado

3.3.3 Cálculos de permeabilidad al vapor de agua en empaque. Se procedió a calcular la permeabilidad a la transmisión de vapor de agua requerida para que el producto se mantenga en condiciones ambientales conocidas, mediante la siguiente formula $\ln \tau = \frac{kAPo\theta}{XWsb}$ (Labuza, 1984) donde:

$\ln\tau$= contenido de humedad no completado (tendencia de permeabilidad del empaque)

K/x= Permeabilidad máxima del alimento en gH_2O/ día m^2 mm Hg

A= área del empaque (m^2)

θ = Tiempo de vida útil (días)

W_s=sólidos secos (g)
P_0= Presión de vapor de agua a la temperatura T (mm Hg)
b= pendiente de la isoterma (tangente entre humedad critica e inicial)

El lnτ fue determinado por la siguiente ecuación ln $\tau = \ln\left(\frac{me-mi}{me-m}\right)$, donde:

me= contenido de humedad en la isoterma que está en equilibrio con la temperatura y humedad externa
mi= contenido de humedad inicial en base seca
m= contenido de humedad a un determinado tiempo, humedad critica [8].

Los datos para el cálculo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15 Datos para el cálculo de la transmisión de vapor requerida por el material de empaque

Datos	Valor
A	0,0019154
$\boldsymbol{\theta}$	180
W_s	60,933
P_0	760
B	0,168
m_e	0,12
m_i	0,07067
M	0,118
$\boldsymbol{\tau}$	3,2054

Tabla 16 Permeabilidad al vapor de agua requerida por el material de empaque

Producto	**K/X (gH_2O/M^2 Día mm Hg) 32 °C y 75% HR**
Sopa instantánea de harina de arroz	0,01252

Se recomienda el uso de Policloruro de Vinilideno (PDVC) debido a que ofrece el valor más bajo de MVRT (Moisture Vapor TransmissionRate) que es de 0,6 – 1 gH_2O/M^2 Día, para un espesor de 25 micrometros [9].

4. Agradecimientos

A mis amigos y a todas las personas que de algún modo colaboraron para la realización de este proyecto, y de manera especial a la Ing. Fabiola Cornejo directora de tesis por su gran ayuda y a la Ing. Grace Vásquez por su colaboración.
Angélica Loor Silva

A mis amigos, a mis familiares y a todas las personas que de algún modo colaboraron para la realización de este proyecto, y de manera especial a la Ing. Fabiola Cornejo, directora de tesis y a la Ing. Grace Vásquez que siempre estuvo presta a ayudar.
Carlos Arcos Gavilanes

5. Conclusiones

Se desarrolló una mezcla de polvos para elaborar sopa instantánea con características organolépticas aceptables por los consumidores.La formulación obtenida puede ser más ampliamente desarrollada en trabajos posteriores.

El tratamiento de la materia prima previo al secado fue indispensable para la adecuada gelificación de almidones; cuidando los parámetros establecidos: relación arroz-agua 1:1 y tiempo de cocción igual a 15 min.

Durante el proceso de secado se obtuvo un rendimiento del 40-45%, lo que se considera bueno ya que al evaluar el proceso lo que se pierde no es materia prima sino agua que es adicionada en el mismo.

No se logró trabajar con ingredientes en polvo de colores distintos a la harina porque trasferían color a la sopa; se trabajó con polvos de similar color y de ser el caso, especias no pulverizadas.

El producto desarrollado puede ser consumido por personas con hipertensión, hipercolesterolemia y con intolerancia al gluten puesto que es bajo en sodio, colesterol y no contiene gluten.El rendimiento del proceso de secado hace atractivo el desarrollo industrial del producto.

5.1 Recomendaciones

En caso de desarrollar éste tipo de producto en condiciones ambientales diferentes a las observadas durante el transcurso de éste trabajo, se recomienda seguir el procedimiento documentado puesto que temperatura, presión atmosférica y humedad ambiental relativa son parámetros esenciales para la obtención de un producto de alta calidad tanto como para la determinación del empaque ideal.

Puesto que el sabor característico de la harina de arroz no es predominante ni muy atractivo se recomienda el uso de la misma solo como ingrediente base para el desarrollo de otras fórmulas que incluyan pollo, carne u otros productos deshidratados.

Se recomienda trabajar con diámetros de partícula menores o iguales a 0,15 mm debido a que en diámetros mayores afecta la palatibilidad del producto, presentándose arenosidad al momento de la reconstitución de la mezcla

6. Referencias

[1] InfoagroSystems, S.L. Disponible en internet: http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm.

[2] Edel Alberto y Rosel Cristina, De tales harinas tales panes,Báez impresiones, 1ra edición, Cordoba, Argentina. Septiembre 2007. .pp. 123-144

[3] ICONTEC. 1998. Norma Técnica Colombiana NTC 4482.

[4] Brennan, J. G.; Butters, J.R.; Burgos González, Justino. Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia. 3era edición. Zaragoza, España. Mayo 1998. pp. 361-362.

[5] Velázquez Alvarez Joaquín, Manual de Aditivos en los Productos Comestibles, Universidad Interamericana de Puerto Rico.

[6] Anzaldua- MoralesAntonio, La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.

[7] Stewart, Jean. Use of Atwater Factors in USDA's Nutrient Databank.Disponible en internet: http://www.nutrientdataconf.org/PastConf/NDBC17/9-3_Stewart.pdf

[8] Labuza T. Moisture Sorption: practical aspects of isotherms measurement and use. Published by the association of Cereal Chemists St Paul, Minnesota.1st Edition.Minnesota, USA. 1984.

[9] Klast, David; Subramaniam, Persis. The Stability and shelf-life of food.Woodhead Publishing Limited. 2000. Cambridge, England. pp. 164-166.Canada, J., Sullivan W., and White J., Capital Investment Analysis for Engineering and Management, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc., 1996, pp. 140-181.