

## EVALUACIÓN DE LA CARGA RESISTENTE PARA EL DISEÑO DE UN EQUIPO MEZCLADOR DE COLÁGENO DE RES

### Evaluation of the resistant load for the design of one machine used for the mixture of bull collagen

#### RESUMEN

Actualmente el mezclado en la fabricación de gelatina de colágeno de res, es un proceso que se realiza enteramente de forma manual, lo cual conlleva a que el producto este en contacto continuo con las manos del operario y a su vez que el operario este en constante movimiento sin ningún tipo de descanso durante esta operación. Al no existir maquinas en el mercado que realicen la operación de estiramiento y mezcla de colágeno de res se propone un proyecto tendiente a la fabricación de una maquina que supla esta necesidad y asegure una mezcla uniforme del producto, para esto se determinaron las variables involucradas en el proceso, posteriormente se diseño y construyo un prototipo mezclador de colágeno para validar el funcionamiento.

**PALABRAS CLAVES:** Diseño, Carga, Gelatina, Golosina, Mezclador, Prototipo.

#### ABSTRACT

*At the present time the stage of having mixed in the production of gelatin of bull paw, is a process that is carried out entirely in a manual way, that which takes to that the product this in continuous contact with the operative's hands and in turn that the operative this in constant movement without any type of rest during this operation. When not existing machines in the market that they carry out the stretching operation and mixture of bull collagen intended a project directed to the production of one machine that it replaces this necessity and assure an uniform mixture of the product, for this the variables were determined involved in the process, later on you design and I build a prototype mixer of collagen to validate the operation.*

**KEYWORDS:** Design, Gelatin, Goody, Load, Mixer, Prototype.

#### 1. INTRODUCCIÓN

La gelatina de pata de res es un dulce que es elaborado en Colombia desde la década de los treinta y es un producto ampliamente difundido en todos los departamentos del país, normalmente el proceso de estiramiento y mezclado de esta gelatina es de forma manual, debido a que no existen maquinas especialmente diseñadas para tal fin; debido a esto se utiliza un gancho u horqueta, para realizar esta operación como se ilustra en la figura 1, lo cual consume tiempos bastante largos de 40 a 120 minutos aproximadamente y un desgaste físico importante por parte de la persona que se dedica a esta actividad.

La microempresa La Patita ubicada en la ciudad de Ibagué departamento del Tolima, produce gelatina de colágeno de res de forma artesanal, esta microempresa a lo largo de su vida comercial no ha tenido un cambio en el proceso elaboración de esta golosina, posee un proceso artesanal que le brinda a su producto las características

deseadas para la comercialización y venta del mismo.



Figura 1. Mezclado Manual de Colágeno de Res

Debido a la expansión comercial de empresas dedicadas a la fabricación de este producto y la dependencia de la

#### OSCAR ARAQUE DE LOS RIOS

Ingeniero Mecánico, M Sc Prof. del  
Depto de Ing. Mecánica  
Universidad de Ibagué (Colombia)  
[oscar.araque@unibague.edu.co](mailto:oscar.araque@unibague.edu.co)  
[ojaraque@yahoo.com.mx](mailto:ojaraque@yahoo.com.mx)

#### ARLEX JESÚS OTAVO M.

Estudiante Ultimo Semestre  
Ingeniería Mecánica  
Universidad de Ibagué (Colombia)  
[arex\\_jom@hotmail.com](mailto:arex_jom@hotmail.com)

microempresa de una sola persona que es el encargado de la mezcla manual de este dulce, se ha tomado la decisión de tecnificar el proceso de mezcla, lo cual le brindará una estandarización en el proceso de estiramiento y así cumplir plenamente con las normas de salubridad e higiene que requieren estos productos comestibles.

Por tanto se propone el diseño de una maquina prototipo que efectúe el proceso de estiramiento, que cumpla con la mezcla de gelatina de pata de res con las características similares a las obtenidas de forma artesanal. Para tal fin se determinan las variables mecánicas que caracterizan el proceso de estiramiento y mezcla de gelatina de colágeno de res, se evalúan diversas propuestas de solución y posteriormente se diseña y construye un prototipo con el cual se valida el funcionamiento de la maquina.

## 2. VARIABLES CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE COLÁGENO DE RES

La determinación de las variables que están involucradas en este proceso artesanal revisten gran importancia para la construcción del prototipo puesto que el producto terminado debe igualar al obtenido por la mezcla de forma artesanal, las variables más importantes involucradas en el proceso de mezcla y estirado son [1]:

- Capacidad de mezcla
- Velocidad de mezcla.
- Nivel de hidratación
- Tiempo de Mezcla
- Variables Organolépticas

### 2.1 Capacidad de Mezcla

La capacidad de mezcla se debe considerar de acuerdo a la cantidad de dulce de gelatina que se va a manipular en la maquina, ya que esta mezcla aumenta de volumen debido a que es hidratada como se muestra en la figura 2. Esta hidratación consta de una composición de panela y agua, la cual es llamada melado, este melado brinda a la masa una mejor adhesión entre si, haciendo que la masa sea suave y manejable. Para esto se debe tener en cuenta que el diseño de la maquina que se va a hacer, tendrá un espacio para el aumento de volumen de masa de gelatina.



Figura 2. Hidratación de Colágeno de Res

### 2.2 Velocidad de mezcla

La velocidad de mezcla es un factor que puede ser determinado con el proceso artesanal, para el cual se llego a una medida aproximada de 95 ciclos por minuto, este valor fue determinado por medio de mediciones en el proceso manual. Esta medición no garantiza que sea el rango apropiado para la velocidad de funcionamiento de la maquina, pero es un referente para la selección de velocidad para el prototipo que se construye.

### 2.3 Nivel de Hidratación

Esta variable depende de las características particulares en las que se elabore la gelatina negra. Esta gelatina negra es la materia prima para la etapa de estiramiento y mezclado, en esta operación de estiramiento manual, la masa se torna quebradiza dificultando el estiramiento del producto, para solucionar este problema se le agrega una cantidad necesaria de melado, el cual le brinda a la masa que se esta estirando un mejor manejo, con una mejor adherencia entre ella, y brinda al dulce un aumento de su volumen y el punto ideal para un producto final terminado.

### 2.4. Tiempo de Mezcla

Por ser un proceso artesanal, esta variable es controlada por el operario, el cual decide por experiencia propia que tiempo va a durar la operación. Por lo general el tiempo de duración esta dentro de un rango de 40 a 60 minutos. Esto depende de las características finales del dulce.

### 2.5. Variables Organolépticas

Tanto el sabor, color como la textura son características que dependen de las variables anteriormente mencionadas. La gelatina debe cumplir con los requerimientos que exigen el mercado, obteniendo un dulce terminado de buena calidad y condiciones ideales para la comercialización. En la Microempresa La Patuca estas características organolépticas son suministradas por el operario ya que cuenta con más de 10 años de experiencia en la elaboración de gelatina de pata de res. En la figura 3 se muestran imágenes del producto terminado listo para la comercialización.



Figura 3. Gelatina de Colágeno de Res a) Blanca, b) Negra

### 3. PRUEBAS REALIZADAS PARA DETERMINAR LA CARGA RESISTENTE EN EL PROCESO DE ESTIRAMIENTO Y MEZCLADO DE COLÁGENO DE RES.

Las pruebas realizadas a la masa de gelatina se hicieron con diferentes cantidades de masa en el proceso de mezcla artesanal. Para ello se utiliza una olla con cierta cantidad de gelatina que es pesada en pesa digital, esta gelatina negra es calentada a 40° hasta obtener una masa viscosa y manipulable. Después de esto se inicia el estiramiento de la masa, y durante varios intervalos de tiempo se tomaran medidas de fuerza utilizando un dinamómetro de 12 libras ver figura 4.



Figura 4. Dinamómetro de 12 Kilogramos.

Este método de medición se hace por medio de un dinamómetro que esta sostenido de un extremo y la masa de gelatina es estirada en el otro extremo como se ilustra en la figura 5.



Figura 5. Pruebas realizadas con dinamómetro

El ensayo fue realizado para obtener un rango de fuerza con respecto a la masa de gelatina, para esto se hicieron varias pruebas con diferentes pesos. Antes de esto se aclara, que en el proceso manual se agrega un dulce adicional que contiene agua y panela. En esta prueba se tuvo en cuenta la cantidad de esta mezcla como se muestra en la tabla 1.

Masa de recipiente con gelatina negra (medida en g.)	Masa de gelatina negra (g)	Medición con el dinamómetro estirando la masa (medidas en Kg. Fuerza)	Tiempo (minutos)	Masa de la gelatina blanca con la bandeja (medidas en g.)	Masa de la bandeja (medida en g.)	Dulce de panela (medida en g.)	Masa de la gelatina blanca (medida en g.)
3610	1585	6.5	1	3740	475	1995	3265
		6.5	10				
		6.2	15				
		6.3	30				
		6.1	40				
<b>Promedio</b>		<b>6,32</b>					
3005	1075	4.9	1	2840	475	1270	2365
		5	10				
		4.8	15				
		4.7	30				
		4.6	40				
<b>Promedio</b>		<b>4,8</b>					
3200	1220	5.5	1	3300	475	1530	2825
		5.6	10				
		5.5	15				
		5.3	30				
		5.3	40				
<b>Promedio</b>		<b>5,44</b>					
3853	1808	6.7	1	4420	475	2200	3945
		6.8	10				
		6.9	15				
		6.8	30				
		6.7	40				
<b>Promedio</b>		<b>6,78</b>					

Tabla 1. Parámetros de aplicación de carga en el proceso de mezcla y estiramiento de Colágeno de Res.

#### 4. EQUIPO DISEÑADO Y FUNCIONAMIENTO

Conforme al movimiento requerido para la operación de estiramiento y mezcla de gelatina de colágeno de res, se diseño [2-7] y construyo el equipo mostrado en la figura 6, las dimensiones características son; Alto: 1.2 m, Largo: 0.83m, Ancho: 0.58 m, Peso: 80 kg. El equipo opera como se describe a continuación.



Figura 6. Máquina Mezcladora de Colágeno de Res

La figura 7 muestra en detalle las partes constitutivas de la máquina mezcladora diseñada y construida. La mezcladora tiene dos brazos, que rotan en sincronía, el brazo 1 en sentido anti horario y el brazo 2 en sentido horario, la función de esta máquina con sus dos brazos es estirar y recoger la masa de gelatina, la cual se encuentra enrollada en el eje fijo, esta gelatina por su viscosidad se descuelga en el eje fijo y es recogido por el eje móvil del brazo 2 que se encarga de recoger la masa de gelatina hasta la posición 2, en la posición 2 la gelatina se encuentra suspendida del eje fijo central y el eje móvil del brazo 2; en la posición 2 el brazo 1 con movimiento anti horario, recoge la masa de gelatina que se encuentra suspendida del eje fijo, al eje móvil del brazo 2, el movimiento del brazo 1 continúa hasta la posición 1. En la posición 1, el eje móvil del brazo 2, recoge la masa del brazo 1. Este movimiento es continuo y repetitivo, hasta obtener la masa de gelatina terminada.

La mezcladora posee un motor monofásico de 0.5 hp. que gira a 1730 rpm., el cual transmite movimiento por medio de una polea 1 de 2 pulg. de diámetro a la polea 2 de 10 pulg. de diámetro que se encuentra en el eje 4, este consta de una polea 3 con un diámetro de 10 pulg. la cual transmite a una polea 4 de 4 pulg. de diámetro que se encuentra en el eje 3. Este eje 3 consta de la polea 5 de 4 pulg. de diámetro. La polea 5 transfiere movimiento a polea 6 que se encuentra en el eje 2, la cual a la vez transmite movimiento a una rueda Catarina 25B37 y a su vez por medio de una cadena con un sistema de accionamiento con ejes variables, la cual da movimiento al eje 1 en sentido inverso del eje 2, generando la

sincronía de los dos brazos en opuesto el uno respecto otro.

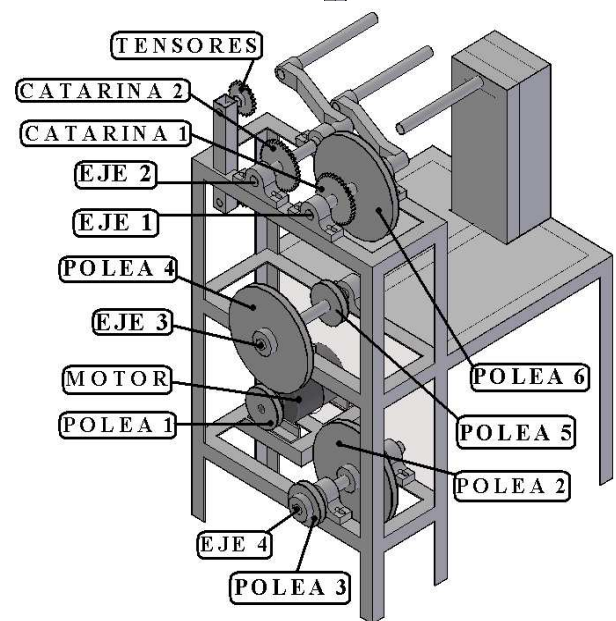
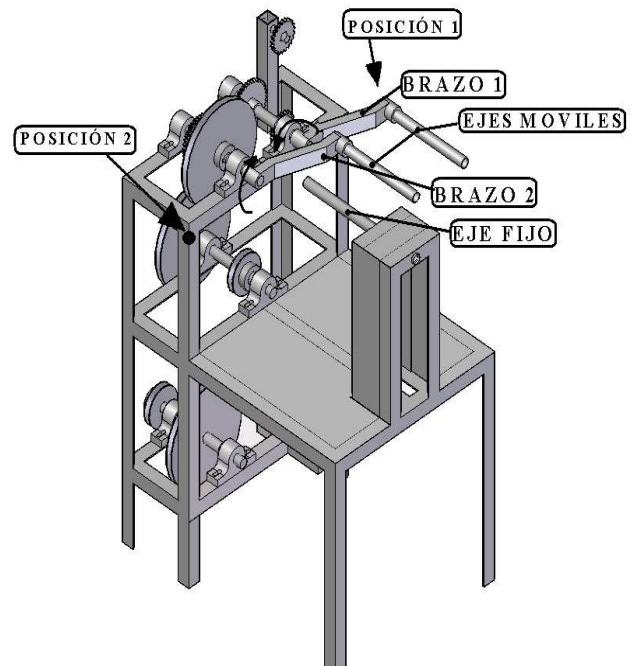


Figura 7. Prototipo de la Máquina Mezcladora Estiradora de gelatina de Colágeno de Res.

#### 5. VALIDACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA MEZCLADORA DE COLÁGENO DE RES.

Utilizando la máquina mezcladora de colágeno de res construida se valida el funcionamiento de este por medio de la ejecución del proceso de mezcla [8,11], el cual arrojó la siguiente información.

### 5.1 Pruebas de Mezclado

Para este proceso se precalienta la masa de gelatina negra de 30 a 50°C, con este calentamiento la masa de gelatina se ablanda hasta alcanzar una fluidez apta. La masa es enrollada alrededor del tubo fijo central como se muestra en la figura 8, después de enrollar la gelatina, es encendida la maquina logrando que los brazos giren y recojan la masa que esta colgando en el eje central, el movimiento de los brazos se repite hasta obtener el dulce terminado.



Figura 8. Ubicación de la gelatina al iniciar el proceso

Durante la operación de la maquina la gelatina va perdiendo elasticidad y adherencia, debido que la masa de gelatina atrapa aire entre las capas (estas capas son generadas por el giro de los brazos), para solucionar este inconveniente se agrega durante el proceso de estirado una solución de agua y panela (melado), la cual hidrata y mejora las características de elasticidad y fluidez, igual como se hace en el proceso artesanal.

### 5.2 Velocidad en el proceso.

La velocidad de mezcla que es suministrada por la maquina en la elaboración del dulce es de 0.3 m/s en cada brazo, la cual logra que la masa de gelatina no se desprenda de los brazos y a la vez recoja la masa que no se alcanza a estirar, la velocidad de los brazos en la mezcladora prototipo brinda al operario el tiempo en cada pasada para manipular la masa por medio de una espátula o algún otro utensilio.

### 5.3 Tiempo de mezcla

El proceso de estirado del dulce de gelatina arroja en las pruebas un tiempo total para el proceso de 30 a 45 minutos para obtener un producto final de buena calidad

### 5.4 Densidad de la gelatina obtenida

La prueba de densidad es realizada para lograr hacer una comparación de la gelatina elaborada de forma artesanal y la gelatina elaborado con la maquina prototipo.

Para esta prueba se escogieron 5 muestras de gelatina elaboradas artesanalmente, y 5 muestras de gelatina elaboradas con la maquina prototipo, en la figura 9 se ilustran las muestras utilizadas.

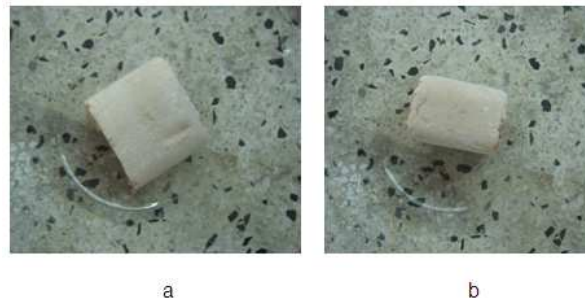


Figura 9. Muestras de gelatina procesada, a) artesanal, b) maquina

Estas muestras son cortadas en forma de cubo para facilitar la medición con el pie de rey, figura 10, después de medir los lados de la muestra, estas medidas son utilizadas para calcular el volumen de cada una de las mismas.



Figura 10. Dimensión de la muestra de gelatina

Posteriormente se obtiene la masa de las muestras por utilizando una balanza digital, Figura 11.



Figura 11. Peso de la muestra de gelatina

En la tabla 2 se muestran los resultados de las pruebas realizadas para la gelatina hecha de forma artesanal.

MASA GELATINA (g)	VOLUMEN GELATINA (mm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (mm <sup>3</sup> /g)
22.5349	61.8558	0.3643
18.9159	49.6426	0.3810
8.3359	21.0392	0.3962
12.2453	30.5461	0.3740
25.6231	64.8014	0.3894

Tabla 2. Densidad de gelatina obtenida de forma artesanal

En la tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas hechas con la gelatina mezclada con la maquina construida.

MASA GELATINA (g)	VOLUMEN GELATINA (mm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (mm <sup>3</sup> /g)
21.9148	55.3546	0.3956
15.5958	41.5667	0.3752
10.8973	31.0113	0.3514
21.5560	63.6434	0.3387
16.0762	46.8014	0.3435

Tabla 3. Densidad de gelatina obtenida de con la maquina construida

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se determino que la velocidad de mezclado optima, utilizando la maquina mezcladora de colágeno de res es de 0.3 m/s
- En la Tabla 1 se muestran los valores promedio determinados para diversas condiciones de masa, hidratación y tiempos de mezcla de colágeno de res, lográndose determinar un promedio de carga resistente de 6 kg fuerza aproximadamente
- El tiempo de mezcla utilizando la maquina construida se encuentra entre 30 y 45 minutos.
- Realizando una comparación entre los valores de densidad obtenidos en las tablas 2 y 3 para las muestras de gelatina fabricada de manera artesanal y la mezclada con la maquina construida, se determino que los valores son muy aproximados.

- Se dio como resultado que la golosina que se fabrica utilizando la maquina tiene iguales características de color y sabor; en cuanto a la textura se hace más suave comparado con la gelatina elaborada artesanalmente.
- El tiempo de fabricación de la gelatina disminuye generando un ahorro de un 25 por ciento de tiempo en cada batida, se reduce la manipulación constante y directa que el operario tiene en la fabricación de este producto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Oscar Guillermo Ramos y Eyber Javier Triana, monografía del análisis químico del aceite de pata de res, Universidad del Tolima, facultad de ingeniería Agroindustrial, 1998
- [2] J. Shigley, Diseño en ingeniería mecánica. México: Mc-Graw Hill, 1990
- [3] F. Beer and R. Johnston, Mecánica de materiales, 3ª edición. México: Mc-Graw Hill, 2004, p. 747.
- [4] V. Faires, Diseño de elementos de máquinas, 4ª edición. México: Noriega Editores. 1996.
- [5] G. Hagemann, Materials Handling Handbook, 1ª edición. Nueva York: Editorial The Ronald Press Company, 1958.
- [6] R. Norton, Diseño de máquinas. México: Prentice-Hall, 1999.
- [7] R. Mott, Diseño de elementos de máquinas. México: Prentice-Hall, 1995
- [8] F. Meyers, Plant layout and material handling, 2<sup>nd</sup> edition. New Jersey: Prentice Hall, 1993.
- [9] Patente española de Benloch Sanz, José en la página web [http://www.oepm.es/pdf/0/15/36/0153676\\_A1.pdf](http://www.oepm.es/pdf/0/15/36/0153676_A1.pdf)
- [10] Patentes españolas de Werner y Pfleiderer [http://www.oepm.es/pdf/8/20/74/8207411\\_A1.pdf](http://www.oepm.es/pdf/8/20/74/8207411_A1.pdf)
- [11] Patente española de Santiago Blanch, [http://www.oepm.es/pdf/1/04/81/1048193\\_u.pdf](http://www.oepm.es/pdf/1/04/81/1048193_u.pdf)