



**Clave: 160218**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE  
MASAS Y PANES ADICIONADOS CON FIBRA SOLUBLE  
[ESCRIBA AQUÍ EL TÍTULO DEL TRABAJO]**

B. B años-Espinola; S. Soto-Simental; E.N. Aquino-Bolaños; A.D.  
Hernández-Fuentes; J.F. Hernández-Chavez y N. Guemes-Vera

**DIRECCIÓN DE LOS AUTORES**

Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,  
Av. Universidad km1, Col. Rancho Universitario C.P. 43600 Tulancingo, Hidalgo  
[Haga clic aquí e introduzca la dirección de los autores]

**CORREO ELECTRÓNICO**

njgv2002@yahoo.com.mx



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos, son una fuente de nutrimentos que ayudan a conservar el funcionamiento adecuado en el organismo sano. La fibra, es un nutrimento benéfico en el desempeño de los trabajos del cuerpo animal y humano. La fibra dietética, es investigada y producida en condiciones propias de laboratorio, y está en proporciones en los diversos alimentos, con la intención de ayudar a mejorar la salud humana.

La fibra reacciona en un organismo viviente a través del metabolismo, los efectos que tiene esta son cardiovasculares, las enfermedades que han sido más ampliamente investigadas en este tema son todas aquellas relacionadas con el corazón, se ha relacionado a la fibra dietética, como aquella que reduce el riesgo para enfermedades del corazón, el colesterol y la lipoproteína de baja densidad (LDL).

La fibra dietética aunque no siempre es así definida, ha sido consumida por siglos y ha sido reconocida por tener beneficios sobre la salud. La fibra esta contenida en alimentos ricos en estos componentes, tales como vegetales frescos, frutas, granos enteros y nueces, atenuando o disminuyendo la glucemia y la respuesta de la insulina, incrementando el volumen de excremento, y mejorando la laxación (Schneeman 1999).

Los estudios epidemiológicos en el consumo de la fibra dietética han estabilizado las bases para la asociación de que las fibras ayudan en la reducción de los problemas dietéticos: la obesidad, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, los desórdenes gastrointestinales, incluso el estreñimiento, a las enfermedades inflamatorias del intestino como los divertículos y colitis ulcerosa, y el cáncer de colon (Schneeman 1999).

Los datos epidemiológicos recientes, muestran que una dieta alta en fibra, generalmente refleja un estilo de vida más sana y el consumo de fibra puede verse como el marcador de una dieta saludable (Schneeman 1999).



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

El desarrollo de un producto alimenticio, es importante desde el punto de vista en que los alimentos ricos en fibra, no sólo proporcionan fibra, sino también se refuerzan las propiedades funcionales para hacer que estos alimentos altos en fibra, tengan buen sabor y calidad (Schneeman 1999).

En la actualidad tenemos un problema muy grande en nuestra nación y en todo el mundo por la dieta que se consume, enfermedades como la obesidad, el cáncer, la hipertensión etc. están presentes en la mayoría de personas. Por lo que es muy importante cambiar nuestros hábitos alimenticios ya que estos son los principales causantes de estos problemas y la solución esta en este cambio, por lo que la fibra es un medio que ayuda a disminuir los riesgos de cáncer, obesidad y otras enfermedades. En nuestro país existen 250 variedades de pan, estos son alimentos de consumo popular por lo que es importante hacer desarrollo de nuevos productos que tengan adición de fibras solubles, que ayuden a contrarrestar estas enfermedades, así como el no alterar las propiedades sensoriales de estos.

[Haga clic aquí e introduzca su texto]



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materias Primas.

Las materias primas que se utilizaron en este estudio son: harina de trigo (Ozasuna), fibra soluble F20, leche en polvo (NIDO), agentes químicos leudantes (Royal), mantequilla (La Gloria), azúcar, vainilla y huevo.

**Tabla I. Formulación para la elaboración de 100g de pan.**

Ingredientes	Gr	Ingredientes	Gr
Harina de Trigo	95	Leche	25
Fibra Soluble	5	Vainilla	2.5
Mantequilla	60	Sal	0.8
Azúcar	40	Huevo	1
Leche en polvo	10	Agentes químicos leudantes	1.8

---

**Preparación y Almacenamiento de la Masa:** se prepararon 250 g de masa testigo, fortificada con 0, 10, 15 y 20% de fibra soluble, para el amasado se utilizó una batidora de marca Kitchen Aid con el mezclador de gancho. Una vez pesados los ingredientes se hizo una mezcla de los polvos con agua, se inició el amasado en la velocidad 2 (esta operación se realizó en menos de 5 min. aproximadamente). Una vez que la masa salió de la batidora, se dejaba reposar en una bolsa de polietileno y se colocó en condiciones de refrigeración a 5 °C aproximadamente, durante 24 h, para efectuar las pruebas se atemperaban en una estufa a 60°C, durante 10-15 min. en porciones correspondientes a la cantidad necesaria para cada prueba.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

**Determinación de Adhesividad.** Si bien el Análisis de Perfil de Textura (APT) proporciona información de varias características texturales de un alimento, cuando se desea comparar una propiedad en particular, como la adhesividad, puede ser que la información aportada por esta prueba no sea lo suficientemente sensible. Para este fin, se ha diseñado una prueba específica para evaluar las propiedades adhesivas de materiales como cajeta, mayonesa, caramelos fluidos, masa, geles, etc. Para efectuar la prueba se utilizó el aditamento de Hossene y para el texturómetro TXTA2i. Se colocó la masa en la base del aditamento y se extruyó la masa, eliminando esta, posteriormente se extruyó más masa y se dejó reposar 1 min. Y se realizó la prueba de compresión con un cilindro acrílico de 5.08 cm. de diámetro. Durante el proceso de compresión y retirada, se obtiene la curva de fuerza en función de la distancia o tiempo. La forma de la curva depende de las propiedades cohesivas y adhesivas del material.

**Determinación de Análisis de Perfil de Textura (APT).** Es el resultado de comprimir dos veces consecutivas una masa o un pedazo de alimento, utilizando el instrumento TXTA2i (5), se realizó una prueba de doble compresión, con un embolo de 5.08 cm. de diámetro; la celda de carga fue de 5 K. Se comprimieron las masas y los panes, 3 muestras por cada corrida experimental hasta un 20%. Esta prueba se realizó de acuerdo a lo reportado (Pomeranz, 1977).

### **Extensibilidad de Masas**

En este método se pesaron 25 g de harina, se preparó una solución salina, las cuales se mezclaron hasta obtener una masa compacta. Se coloca en una prensa para presionar y dejar



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

reposar durante 30 minutos para la formación y compactación de las bandas de masa. Ya pasando el tiempo descrito retirar las bandas de masa con una espátula, cuidando que no se rompan y evitar extenderlas, se colocan las bandas en el texturómetro y se comienza la operación de extensibilidad. Una vez que el gancho agarra la masa de harina comienza a extenderla hasta que la masa alcance su límite elástico (fuerza máxima).

**Análisis de resultados**

El análisis de varianza se realizó con el programa SAS (SAS, 2000) se obtuvo un análisis para cada variable de estudio para determinar si hay dependencia o no entre las variables de estudio, se utilizó un nivel de probabilidad de  $p < 0.05$ . Dicho análisis fue aplicado a todos los resultados tanto de pruebas en masa como en pruebas en producto terminado (panes).

[Haga clic aquí e introduzca su texto]



## RESULTADOS

### **Análisis de Perfil de Textura de las Masas de Harina de Trigo Adicionadas con Fibra Soluble.**

En el Tabla II se muestran los resultados de la dureza de masas adicionadas con fibra soluble, donde se observa que no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en las masas de harina de trigo adicionadas con 5, 10 y 15 % de de fibra soluble comparada con el testigo. Por otro lado, en las muestras preparadas con celulosa, la dureza aumenta conforme se incrementa el porcentaje de ésta en la mezcla, como lo muestra en el 10% de sustitución (111.7 g), esto se debe a que la celulosa es porosa y tiene una estructura fibrosa que le permite retener mas agua (Crosby y Ang, 2005), por lo que al mezclarse con la harina, la mezcla resulta mas dura. También se muestran los resultados de la elasticidad de masas adicionadas con fibra soluble, esto podría ser debido a que la celulosa tiene la propiedad de disminuir la viscosidad en los productos. Se observa que no existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las masas de harina de trigo adicionadas con 5, 10 y 15 % de de fibra soluble comparada con el testigo. En el Tabla II se muestran los resultados de la cohesividad de masas adicionadas con fibra soluble. Se observa que no existe diferencias significativas en las masas de harina de trigo adicionadas con 5-15 % de de fibra soluble comparada con el testigo. es decir que estas masas son mas difíciles de deformar, debido a las propiedades que le da la celulosa en polvo, como son una estructura fibrosa que ayuda a mantener la forma física del producto (Crosby y Ang., 2005).

**Tabla II. Análisis de Perfil de Textura de las masas adicionadas con fibra soluble**

Fibra (%)	Dureza (kgf)	Elasticidad (cm)	Cohesividad
0	2.77 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.619 <sup>a</sup>
5	2.41 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.469 <sup>a</sup>
10	1.54 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.417 <sup>a</sup>
15	1.44 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.417 <sup>a</sup>

El superíndice que aparece en los promedios de cada parámetro indica la diferencia significativa según la ANOVA (prueba de Duncan ( $P < 0.05$ )).



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

**Adhesividad de las Masas de Harina de Trigo Adicionadas con Fibra Soluble.**

En el Tabla III se muestran los resultados de la Fuerza Adhesiva de masas adicionadas con fibra soluble. Se observa que existe diferencia significativa en las masas de harina de trigo adicionadas con 5-15 % de fibra soluble comparada con el testigo. En este se observa que los resultados de la Extensibilidad relacionada con la adhesividad de masas adicionadas con fibra soluble. Se observa que no existe diferencia significativa en las masas de harina de trigo adicionadas con 5-15 % de de fibra soluble comparada con el testigo.

También se muestran los resultados de la Adhesividad de masas adicionadas con fibra soluble, donde se observa que existe diferencia significativa en las masas de harina de trigo adicionadas con 10 y 15 % de fibra soluble comparada con el testigo, no fue así en la masa adicionada con el 5% de fibra. La celulosa no proporciona estas características ya que da una mayor dureza debido a la inserción de las fibras en las redes del gluten de las masas esto es en base a lo reportado por Güemes (2004). Al respecto Chen *et al.*, (1988) informan que los datos de la capacidad de retención de agua también confirmaron que los salvados de cereal absorben menos agua (5.03) que la fibra de manzana (9.36).

**Tabla III. Adhesividad de masas adicionadas con fibra soluble**

Fibra (%)	F. Adhesiva (kgf)	Extensibilidad (cm)	Adhesividad
0	79.07 <sup>a</sup>	32.79 <sup>a</sup>	83.75 <sup>a</sup>
5	64.30 <sup>ab</sup>	42.96 <sup>a</sup>	43.96 <sup>a</sup>
10	48.20 <sup>b</sup>	37.08 <sup>a</sup>	405.37 <sup>b</sup>
15	13.36 <sup>c</sup>	30.94 <sup>a</sup>	386.14 <sup>b</sup>

El superíndice que aparece en los promedios de cada parámetro indica la diferencia significativa según la ANOVA (prueba de Duncan (P<0.05)).





V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

En el Tabla IV se muestran los resultados de la resistencia de masas de harina de trigo adicionadas con fibra soluble. Se observa que existe diferencia significativa en la masa de harina de trigo con 15 % de fibra soluble comparada con el testigo. Las masas con 5 y 10 % no presenta diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). En relación a esto Rao *et al.*, 1995 reportaron un incremento en la resistencia a la extensión por la adición de gomas, la extensibilidad disminuye por la adición de geles. Al respecto Palmer (1982) reporta que las fibras de celulosa consisten en varios polisacáridos, y esto puede afectar las propiedades físicas de la harina de trigo, el tiempo de mezclado de la masa se optimiza en la presencia de fibras. En relación a esto Park *et al.*, 1997, mencionan que la masa hecha con 5% de fibra de *Physillium* presentó fragmentos indeseables que complican especialmente el mezclado de la masa aunque estos desaparecen en la masa al momento de enmoldar el pan.

**Tabla IV. Resistencia de masas adicionadas con fibra soluble**

Fibra	Resistencia
(%)	(cm)
0	73.84 <sup>a</sup>
5	69.44 <sup>a</sup>
10	58.75 <sup>a</sup>
15	14.83 <sup>b</sup>

El superíndice que aparece en los promedios de cada parámetro indica la diferencia significativa según la ANOVA (prueba de Duncan ( $P < 0.05$ )).



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

En el Tabla V se muestran los resultados de la extensibilidad de masas adicionadas con fibra soluble, donde se observa que no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la masa de harina de trigo adicionada con 10 % de fibra soluble comparada con el testigo. Sin embargo la masa con 5 y 15 % muestran diferencias significativas.

**Tabla V. Extensibilidad de masas adicionadas con fibra soluble**

Fibra	Extensibilidad
(%)	(-) (cm)
0	36.57 <sup>ab</sup>
5	44.30 <sup>b</sup>
10	36.07 <sup>ab</sup>
15	27.91 <sup>a</sup>

El superíndice que aparece en los promedios de cada parámetro indica la diferencia significativa según la ANOVA (prueba de Duncan ( $P < 0.05$ )).

**Análisis de Perfil de Textura en Panes Adicionados con 0 y 5% de Fibra Soluble.**

En el Tabla VI se muestran los resultados de la Dureza del pan adicionado con 5 % de fibra soluble. Se observa que no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) comparada con el testigo. Los resultados de la Adhesividad del pan adicionado con 5 % de fibra soluble, donde no existe diferencia significativa comparada con el testigo. ( $P < 0.05$ ). También se muestran los resultados de la Elasticidad del pan adicionado con 5 % de fibra soluble. En estos resultados se presenta que no existe diferencia significativa comparada con el testigo. ( $P < 0.05$ ). En este se expresan los resultados de la Cohesividad del pan adicionado con 5 % de fibra soluble. No hay diferencia significativa comparada con el testigo. En este también se muestran los



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

resultados de la Fracturabilidad del pan adicionado con 5 % de fibra soluble. Donde se observa que si existe diferencia significativa comparada con el testigo. A cerca de esto informan Park y col. (1997) que la firmeza mejora en el pan sin fibra y sin aditivos (SSL) que en los panes que contenían del 5-10% de fibra. El pan hecho con 5% de fibra mostró la mínima firmeza probablemente porque esta tenía buen volumen de hogaza y contenía además el más alto nivel de mezcla (43%). Czuchajowska *et al.*, (1992) notaron previamente que el 4% de fibra incrementó la suavidad de la corteza del pan.

**Tabla VI. Análisis de Perfil de textura en panes con 0 y 5% de fibra soluble.**

Fibra	Dureza	Adhesividad	Elasticidad	Cohesividad	Fracturabilidad
(%)	(kgf)		(cm)		(kgf)
0	1.68 <sup>a</sup>	-0.25 <sup>a</sup>	1.39 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>
5	1.47 <sup>a</sup>	-0.52 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	6.00 <sup>b</sup>

El superíndice que aparece en los promedios de cada parámetro indica la diferencia significativa según la ANOVA (prueba de Duncan (P<0.05)).

[Haga clic aquí e introduzca su texto]



## CONCLUSIONES

- El ATP de las masas de harina de trigo adicionadas con fibra soluble no presentan cambios en la dureza, elasticidad y cohesividad de la masa.
- La fuerza adhesiva de las masas adicionadas con fibra soluble disminuye conforme se aumenta el contenido de fibra, no es así para la extensibilidad y la adhesividad.
- La resistencia de la masa no presenta cambios con respecto al testigo cuando es adicionada con el 5% de fibra soluble.
- La extensibilidad de la masa adicionada con 5 % de fibra soluble, aumenta con respecto al testigo.
- La dureza y la fracturabilidad de los panes adicionados con 5% de fibra soluble disminuye con referencia al testigo, no es así para la adhesividad, elasticidad y cohesividad.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chen, G.L. Rubenthaler, H.K. Leung and J.D. Baranowski. 1988. Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. *Cereal Chemistry*. 65(3):244-247.
2. Crosby G.A. y Ang J.F. 2005. Formulating reduced – calorie foods with powdered cellulose. A publication of the Institute of Food Technologists. *Food Tech*. March, Vol. 59 No. 3, 35-38.
3. Czuchajowska, Z., Paszczynska, B., and Pomeranz, Y 1992. Functional properties of psyllium in wheat –based products. *Cereal Chem*.69:516-520.
4. Güemes, N. 2004. Características Reológicas, Sensoriales y Nutricionales de Masas y Productos de Panificación Fortificados con Lupinus. Tesis de Doctorado ENCB-IPN. México, DF.
5. Palmer, J. K. 1982. Carbohydrate in sweet potato. In sweet potato. Proceedings of the first International symposium, R.I. Villareal and T.D. Griggs (Ed.), p.135. Asian vegetables research and development center, Taiwan.
6. Park. P.A. Seib, and O.K. Chung. 1997. Dietary and Composition in Home-Prepared and Commercially Baked Products: Analysis and Prediction. *Cereal Chemistry*. 71(1):99-103.
7. Pomeranz, Y. (1977) *Functional Properties of Food Components*, Second edition. Academic Pres, Inc. Estados Unidos.



V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica  
XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica  
VI Jornadas Científicas de Biomedicina y  
Biotecnología Molecular

---

8. Rao, M.A., (1995) Rheological properties of fluid foods en Engineering properties of foods, Ed. Marcel Dekker , New York.
9. Schneeman BO. 1999. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. J. Nutr. 129:1424S-1427S.
10. Texture Technologies, 2002. The texture report. A newsletter for the academic clients of Texture Technology Corp.