



Clave:11029

CARACTERÍSTICAS REOLOGICAS DE MASAS DE HARINA DE TRIGO ELABORADAS CON DIFERENTES MARCAS COMERCIALES, PARA LA ELABORACION DE TORTILLAS DE HARINA.

R. Cruz-Villegas; S. Soto-Simental; J.F. Hernández Chávez; Ma. Isabel Reyes Santamaría; E. Pérez Soto; 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

El trigo es un cultivo de gran importancia en México, la producción en el año 2006 se ubicó en 3.24 millones de toneladas, generalmente se utiliza para producir harina para diferentes usos, entre los que se encuentra la elaboración de tortillas de harina, para la cual se utiliza aproximadamente 6% del harina producida.

De acuerdo a la norma mexicana NMX-F-007-1982, se entiende por harina de trigo, al producto que se obtiene por molienda y tamizado de granos de trigo (*Triticum Vulgare* y *Triticum Durum Lin*), sanos limpios, enteros o quebrados, sin cáscara, con un 73% de extracción mínimo aproximado, adicionado o/no de los aditivos permitidos. Este producto requiere cocimiento para su consumo.

La reología de masas elaboradas a partir de harina de trigo ha sido un tema de interés durante varias décadas. El flujo y el comportamiento ante la deformación por parte de las masas, son reconocidos como parte central de la fabricación exitosa de productos horneados (Faridi; 1990).

Para entender mejor las propiedades que tiene una masa, es necesario conocer su composición y estructura, por lo se puede decir que una masa es una agrupación compleja de elementos primarios y secundarios, que se clasifica como un sistema de multifases, entre las cuales se puede apreciar, la fase sólida (harina), la fase líquida (agua) y la fase gaseosa (productos de fermentación) (Faridi; 1990); En las tortillas de harina además de utilizar materia grasa, la cual también tiene influencia en las propiedades de la masa se hace uso de sal y agua.

Entre otras propiedades que tiene los alimentos existen las características de textura, apariencia y sabor (Faridi; 1990), la textura ha sido clasificada en función de las



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

propiedades físicas del material en atributos mecánicos, geométricos y de composición (Bourne; 1982).

La textura puede definirse según Faridi (1990), como la manifestación de sensaciones de la estructura de un alimento, percibidas por la piel (tacto) y músculos (kinestecia). La textura no es un atributo simple, por lo que es mejor mencionar “atributos de textura”.

La importante disponibilidad de recursos, como lo es, el trigo en nuestro país, y el hecho de que las tortillas de harina de trigo han ido ganando parte creciente del consumo de la población, principalmente debido a que la tortilla de harina es vista como un sustituto del pan, este tipo de tortillas se han convertido en un alimento básico en la dieta de las familias mexicanas; lo cual es motivo para la realización de investigaciones orientadas a la obtención de productos como tortillas de harina elaboradas con diferentes tipos de harina, tratando de conservar sus propiedades de textura, extensibilidad y adhesividad de masas y tortillas de harina, así como realizar el análisis químico proximal de 6 formulaciones diferentes de este producto, con el fin de facilitar la preparación de este alimento al pueblo mexicano.



MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Las materias primas que se utilizaron para este estudio fueron, harina de trigo de diferentes marcas comerciales, las cuales son, Comercial Mexicana, Cúspide, San Antonio, Selecta y Tía Cata, además de una mezcla de harinas con 50% de harina de trigo blando (Ozasuna) y 50% de harina de trigo duro (Hoja de plata); también se empleo sal (La Fina), agua destilada, agua de garrafón (Bonafont) y manteca vegetal de la marca Primor.

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.

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 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).



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 Hosseney 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, 1978).

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



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

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).

Tratamientos

Para todas las pruebas de textura, se realizaron siete tratamientos, cada uno con tres repeticiones, como se muestra en el siguiente Tabla.

Tabla I. Tratamientos para pruebas de textura

Tratamiento	Harina empleada
1	Comercial
2	Mexicana
3	Cúspide
4	Mezcla
5	Moderna San
6	Antonio
7	Selecta
	Tía Cata

Proceso de elaboración

En el Tabla II se presenta la cantidad de ingredientes para la elaboración de las masas usadas en la prueba de extensibilidad, mientras que en el Tabla III se puede observar la cantidad de ingredientes para la elaboración de las masas usadas en las pruebas de adhesividad, análisis de perfil de textura, y la fabricación de tortillas, a las cuales se les realizó las pruebas de análisis de perfil de textura y extensibilidad; todas estos atributos de textura fueron medidos en un texturómetro THDi.

Tabla II. Formulación de masas para extensibilidad

Ingrediente	Cantidad
Harina	9.73 g
Sal	0.2 g
Agua destilada	5 a 6 mL



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

Tabla III. Formulación de masas para pruebas
reológicas y fabricación de tortillas

Ingrediente	Cantidad
Harina	1 Kg
Sal	1 g
Agua de garrafón	400 mL
Manteca Primor	250 g



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

RESULTADOS

Extensibilidad de masas

En el Tabla IV se muestran los valores de fuerza necesaria para el estiramiento de una masa de harina de trigo, con empleo de la prueba de extensibilidad en masas; mediante los valores de fuerza obtenidos es posible interpretar que a menor fuerza requerida, la masa es más extensible, esto debido probablemente a los diferentes trigos con los que se obtuvo la harina de las diferentes marcas comerciales, ya que al existir un rompimiento de los enlaces disulfuro del gluten se refleja en una disminución de la extensibilidad, además de que las masas de los tratamientos Comercial Mexicana y Cúspide no presentaron diferencia significativa, lo mismo sucede en los tratamientos Selecta y San Antonio; mientras que en el tratamiento Tía Cata muestra ser diferente a todos los demás tratamientos.

Tabla IV. Fuerza para extensibilidad de masas

Tratamiento	Fuerza (gf)
Comercial Mexicana	25.053 ^a
Cúspide	29.300 ^a
Selecta	97.863 ^b
San Antonio	103.103 ^b
Tía Cata	125.337 ^c
Moderna	146.847 ^d
Mezcla	159.907 ^d

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

En el Tabla V se observan los resultados obtenidos para la resistencia a la extensibilidad en masas de harina de trigo, en esta prueba se analizó que la mayoría de las harinas fueron diferentes a la marca de la harina Selecta, la cual es la más utilizada para la elaboración de este producto. Al parecer la marca que mas se podría asemejar en resistencia a Selecta es la de Tía Cata, al elaborarse este tipo de productos no existe un completo desarrollo de gluten



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

como es el proceso de panificación debido a tener una menor cantidad de agua y mayor contenido de grasa.

Tabla V. Resistencia de las masas a extenderse

Tratamiento	Distancia (mm)
Comercial Mexicana	50.793 ^a
Cúspide	43.553 ^a
San Antonio	41.483 ^a
Selecta	30.237 ^b
Tía Cata	25.103 ^{b, c}
Moderna	20.940 ^{b, c}
Mezcla	19.237 ^c

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

Adhesividad de masas

En el Tabla VI se muestra la adhesividad de masas de las diferentes marcas comerciales utilizadas en la elaboración de tortillas de harina, en esta prueba se observa que la marca Selecta y Cúspide no presentaron diferencia significativa en comparación de las otras 5 que difieren entre sí, la fuerza de adhesividad de una masa es el trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre el espécimen y una superficie, la harina que presenta una mayor fuerza adhesiva es la de San Antonio con 25.99 gf, y la que menos fuerza tiene es la de Tía Cata. La adhesividad de una masa se puede interpretar como la pegajosidad de esta, este tipo de masas presentan ciertas propiedades de pegajosidad debido a la formulación con la que fueron elaboradas ya que la cantidad de grasa adicionada permite se mejore el manejo de la masa, así como disminuir la adhesividad de la masa. Friend y col (1992), informa que las masas para tortillas de harina de trigo, no deben elaborarse con harinas provenientes de Trigos Duros, ya que estas muestran una capacidad de formación de masa no conveniente,



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

ya que estas se hacen sueltas y pegajosas. Cabe mencionar que durante la manipulación de las muestras se percibió con claridad que San Antonio, se mostró más pegajosa al tacto.

Tabla VI. Fuerza para adhesividad de masas

Tratamiento	Fuerza (gf)
Tía Cata	18.843 ^a
Moderna	19.400 ^{a, b}
Selecta	20.327 ^{a, b, c}
Cúspide	20.620 ^{a, b, c}
Comercial Mexicana	21.797 ^{b, c}
Mezcla	22.793 ^c
San Antonio	25.990 ^d

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

En el Tabla VII se presentan los resultados obtenidos para la cohesividad de una masa mediante la prueba de adhesividad, la marca Selecta es la masa mas cohesiva con respecto a las demás y la menos cohesiva es San Antonio, al parecer las que presentaron un comportamiento similar fueron la Moderna, Cúspide y la Mezcla de harinas, no siendo así para la marca Comercial Mexicana y Selecta que fueron completamente diferentes. La cohesividad se representa como la fuerza de los enlaces internos que mantienen la estructura de las redes del gluten, las diferencias aquí detectadas podrían deberse a que las harinas provenientes de diferentes molinos, utilizan mezclas diferentes de harinas de trigo.

Tabla VII. Cohesividad de masas mediante prueba de adhesividad

Tratamiento	Distancia (mm)
Selecta	0.33000 ^a
Comercial Mexicana	0.23000 ^b
Moderna	0.22000 ^{b, c}
Mezcla	0.21333 ^{b, c}
Cúspide	0.20000 ^{b, c}
Tía Cata	0.15000 ^c



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

San Antonio

0.04333^d

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

Análisis de perfil de textura de masas

En el Tabla VIII se presenta la dureza obtenida del APT de las masas elaboradas con diferentes marcas comerciales de harina de trigo, entendiendo como dureza a la fuerza necesaria para lograr una deformación determinada, la que presentó una mayor dureza (573.21 gf), fue la marca de la Comercial Mexicana y la masa que presentó menos dureza (239.04 gf) fue la elaborada con la harina Cúspide. En el análisis estadístico las harinas que presentaron diferencias con respecto a las demás fueron la Moderna y Comercial Mexicana, además estas harinas presentaron diferencias entre ellas. Lo anteriormente descrito, fue evidente, ya que al momento de pesaje de la cantidad necesaria para la prueba, Comercial Mexicana presentó mayor dificultad para la separación de los 25 g utilizados.

Tabla VIII. Dureza de masas APT

Tratamiento	Dureza (gf)
Comercial Mexicana	573.21 ^a
Moderna	414.79 ^b
Tía Cata	322.29 ^c
Selecta	308.21 ^c
San Antonio	298.93 ^c
Mezcla	286.07 ^c
Cúspide	239.04 ^c

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

En el Tabla IX se presentan los resultados obtenidos de la cohesividad de masa en un Análisis de Perfil de Textura, en el cual la cohesividad es definida como la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a como se comporto este en una primera deformación, al parecer todos los tratamientos no tuvieron diferencia significativa, excepto la marca Comercial Mexicana (0.31238).



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

Tabla IX. Cohesividad de masas APT

Tratamiento	Cohesividad (-)
San Antonio	0.55167 ^a
Mezcla	0.55142 ^a
Cúspide	0.51575 ^a
Moderna	0.49033 ^a
Tía Cata	0.47842 ^a
Selecta	0.45158 ^a
Comercial Mexicana	0.31238 ^b

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

En el Tabla X es posible observar los valores obtenidos de elasticidad en el análisis de perfil de textura en masas, donde la elasticidad puede ser interpretada como la capacidad que tiene un espécimen de recuperar su forma o longitud inicial después de que una fuerza aplicada es retirada, la masa que presento una mayor elasticidad fue el tratamiento Mezcla (0.62349), mientras la que presento menor elasticidad fue la masa del tratamiento Comercial Mexicana (0.32932), además de que los tratamientos de Mezcla, San Antonio, Cúspide, Moderna y Tía Cata no presentan diferencia significativa entre ellas, y de igual forma los tratamientos Cúspide, Moderna, Tía Cata y Selecta tampoco presentan diferencia significativa entre ellas, mientras que el tratamiento Comercial Mexicana es diferente a todas las demás en el parámetro de elasticidad o recuperación elástica.

Tabla X. Elasticidad de masas APT

Tratamiento	Elasticidad (-)
Mezcla	0.62349 ^a
San Antonio	0.61145 ^a
Cúspide	0.54719 ^{a,b}
Moderna	0.51632 ^{a,b}
Tía Cata	0.51606 ^{a,b}
Selecta	0.47791 ^b
Comercial Mexicana	0.32932 ^c



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

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))

Análisis de perfil de textura de tortillas

En el Tabla XI se presentan los resultados obtenidos de cohesividad mediante el APT en las tortillas de harina elaboradas con diferentes marcas comerciales, considerando la definición que ha sido mencionada en los resultados de cohesividad en masas, este parámetro en las tortillas puede ser explicado como la resistencia que presenta la tortilla en la segunda elongación, en relación del comportamiento de la tortilla en la primera elongación, es decir, que tanto se mantiene la estructura de la tortilla después del primer ciclo de deformación (primera elongación), en cuanto a los resultados obtenidos, las tortillas con mayor cohesividad son las del tratamiento Moderna, y por otra parte las de menor cohesividad son las del tratamiento Mezcla, adicionalmente, los tratamientos Moderna, Tía Cata y Cúspide no presentan diferencia significativa, lo mismo sucede entre los tratamientos Cúspide, Selecta y San Antonio, y de igual manera los tratamientos de Selecta, San Antonio, Comercial Mexicana y Mezcla no tienen diferencia significativa.

Tabla XI. Cohesividad de tortillas APT

Tratamiento	Cohesividad (-)
Moderna	0.58858 ^a
Tía Cata	0.51715 ^a
Cúspide	0.40242 ^{a, b}
Selecta	0.23126 ^{b, c}
San Antonio	0.21070 ^{b, c}
Comercial Mexicana	0.19311 ^c
Mezcla	0.16347 ^c

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según la Anova (prueba de Duncan ($p < 0.05$))



DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

1. La masa que presento una extensibilidad similar al testigo fue San Antonio, la menos extensible fue la mezcla, por estar elaborada con trigo duro que permite un rompimiento mayor de enlaces disulfuro.
2. La marca de harina Tía Cata, fue la masa con mayor semejanza a la masa Selecta en cuanto a la resistencia a extenderse, mientras que la masa con mayor diferencia es la de Comercial Mexicana.
3. La masa menos adhesiva, es decir la masa más suelta y pegajosa fue la de la harina Tía Cata y la más parecida a Selecta fue Cúspide. Conforme a la prueba de adhesividad, la masa mas cohesiva es Selecta, en esta característica de textura, no se presento similaridad con ninguna muestra.
4. La masa elaborada con harina San Antonio, mostró una fuerza muy cercana a la utilizada en la masa de Selecta para lograr una deformación determinada, por lo que es posible mencionar que estas dos masas se comportaron casi idénticamente en el parámetro dureza en el APT (Análisis de Perfil de Textura), por otra parte las masas Comercial Mexicana y Moderna fueron las de mas dureza.
5. Para la cohesividad de masas en el APT, todos los tratamientos no presentaron diferencia significativa con respecto a Selecta, a diferencia de la marca Comercial Mexicana que fue la única que difirió y al mismo tiempo la menos cohesiva.



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

6. La masa que recupero su forma o longitud inicial después retirar la fuerza aplicada de manera mas parecida a Selecta fue Tía Cata, por otra la masa con la recuperación elástica mas baja fue Comercial Mexicana.
7. En los resultados de cohesividad en tortillas obtenidos mediante APT, San Antonio fue la que tuvo mayor aproximación a Selecta, las menos cohesivas fueron Comercial Mexicana y Mezcla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bourne M. C. 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Editorial American Press; New York
2. Faridi H. 1990. Dough Rheology and Baked Product Texture. Editorial American Association Cereal Chemistry; St Paul Minnesota
3. Friend C.P., Serana-Saldivar O. S., Waniska R. D., Rooney L. W. 1992. Increasing the Fiber Content of Wheat Tortillas. Cereal Foods World. 37.4: 325-328
4. Pomeranz Y. 1978. Wheat Chemistry and Technology. Vol 2. Editorial American Association Cereal Chemistry; St. Paul Minnesota