

**Efecto del uso de dos acondicionadores de
masa en las características físico-químicas y
aceptación del pan blanco Zamorano**

Victoria Bienvenida Mateo López

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del uso de dos acondicionadores de masa en las características físico-químicas y aceptación del pan blanco Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Victoria Bienvenida Mateo López

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Efecto del uso de dos acondicionadores de masa en las características físico-químicas y aceptación del pan blanco Zamorano

Presentado por:

Victoria Bienvenida Mateo López

Aprobado:

Flor de Maria Nuñez, M.Sc.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto del uso de dos acondicionadores de masa en las características físico-químicas y aceptación del pan blanco Zamorano

Victoria Bienvenida Mateo López

Resumen. El pan blanco tipo molde de la unidad de panificación de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) es un pan reducido en aditivos y con vida útil inferior en comparación a marcas comerciales. El objetivo del estudio fue determinar las características físico-químicas y aceptación del pan blanco molde con dos acondicionadores de masa. Se realizaron cinco tratamientos evaluando dos acondicionadores a dos concentraciones (Control, DATEM 0.3%, DATEM 0.5%, DATEM*0.3% y DATEM*0.5%). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo (días 0 y 7). Las características físico-químicas evaluadas fueron textura, color y pH. Se evaluó la aceptación sensorial con una escala hedónica de nueve puntos. Dos tratamientos seleccionados con base a aceptación y costos de formulación, fueron comparados con la fórmula original en un análisis de preferencia, los tratamientos DATEM*0.3 y DATEM*0.5% fueron los más aceptados, especialmente en textura. El uso de acondicionadores de masa mejoró la textura del pan blanco a los siete días de almacenamiento. Los tratamientos presentaron pocas variaciones en cuanto a color y un pH de acuerdo a la norma NMX-F-159-S-1983. Los tratamientos más aceptados fueron los DATEM*. En comparación a la fórmula actual, el pan blanco con DATEM* 0.3% fue el preferido. El tratamiento más preferido tuvo un incremento en costo de formulación de 1%. Se recomienda realizar un análisis de costos, y de logística con los proveedores y validar la anuencia de compra con los consumidores.

Palabras clave: DATEM, alfa amilasa y monoglicéridos.

Abstract. The white bread produced by the bakery of Escuela Agrícola Panamericana (EAP) is a bread reduced in additives and its shelf life is lower compared to commercial brands. The objective of the study was to determine the physico-chemical characteristics and acceptance of white bread with two dough conditioners. There were five treatments evaluating two conditioners at two concentrations (Control, DATEM 0.3%, DATEM 0.5%, DATEM* 0.3% and DATEM* 0.5%). The experimental design was a randomized complete block with three replicates and two repeated measures (days 0 and 7). The physico-chemical characteristics evaluated were texture, color and pH. Sensory acceptance was assessed with a hedonic nine point scale. Two treatments, selected based on acceptance and formulation costs, were compared with the original formulation in a preference analysis. Treatments DATEM*0.3 and DATEM*0.5% were most acceptable, especially in texture. The use of dough conditioners improved the texture of white bread at seven days of storage. Treatments showed little change in color and pH according to NMX-F-159-S-1983. The most widely accepted treatments were DATEM*. Compared to the current formula, white bread DATEM*0.3% was preferred. The most preferred treatment showed an increase of 1% in the cost of formulation. A cost analysis, logistics with providers and validation of the purchase intent with consumers are advised.

Keywords: DATEM, monoglycerides and alpha-amylase.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES.....	16
5 RECOMENDACIONES.....	17
6 LITERATURA CITADA.....	19
7 ANEXOS	21

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

	Cuadros	Página
1.	Descripción de los tratamientos.	6
2.	Textura expresada en Compresión (N) en miga de pan blanco con acondicionadores de masa.	7
3.	Análisis de color en miga (valor L) en pan blanco con acondicionadores de masa.	8
4.	Análisis de color en miga (valor a) en pan blanco con acondicionadores de masa.	9
5.	Análisis de color en miga (valor b) en pan blanco con acondicionadores de masa.	9
6.	Resultados de pH en pan blanco con acondicionadores de masa.	10
7.	Análisis sensorial de apariencia en pan blanco con acondicionadores de masa.	11
8.	Análisis sensorial de color en pan blanco con acondicionadores de masa.	11
9.	Análisis sensorial de aroma en pan blanco con acondicionadores de masa.	12
10.	Análisis sensorial de textura en pan blanco con acondicionadores de masa.	13
11.	Análisis sensorial de sabor en pan blanco con acondicionadores de masa.	13
12.	Análisis sensorial de aceptación general de pan blanco con acondicionadores de masa.	14
13.	Resultados del análisis de preferencia (n=100) de dos tratamientos y el control (pan Zamorano).	14
14.	Costos variables de formulación para una barra de pan blanco de 909 g.	15
Figuras		Página
15.	Diagrama de flujo para la elaboración de pan blanco en la Unidad de Procesamiento de Granos Zamorano.	4

Anexos	Página
16. Hoja de evaluación sensorial en análisis preferencial.	20
17. Hoja de evaluación sensorial.	21
18. Costos de pan blanco con acondicionadores.	22

1. INTRODUCCIÓN

El pan blanco es el producto de hornear una masa obtenida de harina fermentada, preparada con agua, azúcar, sal y levaduras; al que se le puede añadir acondicionadores de masa, grasas comestibles, leche y aditivos. Este es de masa suave con alvéolos uniformes en distribución y tamaño (NOM-247-SSA1-2008). El pan blanco tipo molde de la Unidad de panificación de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), es un pan reducido en aditivos que lo convierte en un pan con una vida útil inferior en comparación con otras marcas comerciales; la textura y apariencia de la miga del pan blanco (tamaño y distribución de los alvéolos) se ve afectada en el tiempo por la retrogradación de los almidones, afectando directamente su calidad.

En la industria de la panificación se han realizado diversos estudios con el fin de mejorar la textura (uniformidad de la miga, suavidad y menos resequedad) y alargar vida anaquel. Farkhretdinov (2007) usó un mejorador líquido a base de grasa en diferentes niveles para varias formulaciones y obtuvo mayor uniformidad de la miga en comparación con las fórmulas control. Ur-Reham *et al.* (2002), usaron un acondicionador a base de ácido ascórbico y harina de soya como variables independientes y almidón, sulfato de calcio en la formulación base; obtuvieron mejores resultados sensoriales y en textura, para el pan con ácido ascórbico debido a su mayor elasticidad y uniformidad de los alvéolos.

Los mono-diglicéridos, son grasas sintéticas producidas a partir de glicerol y ácidos grasos similares a las grasas naturales, actúan como emulsificantes y estabilizadores de alimentos (Codex Alimentarius). El DATEM es un emulsificante que consiste en ésteres de glicerina y ácidos grasos de aceites y grasas alimenticias; se obtiene por la interacción de anhídrido diacetiltartárico y mono y diglicéridos de ácidos grasos en la presencia de ácido acético o por la interacción de anhídrido acético y mono y diglicéridos de ácidos grasos en presencia de ácido tartárico (FAO 2001). EL DATEM es muy usado en la industria de panificación por su acción de retardar el envejecimiento del pan (Xiujin *et al.* (2007). La retrogradación del almidón ocurre cuando las moléculas en los gránulos de almidón gelatinizados comienzan a reasociarse en una estructura ordenada por la formación de puentes de hidrógeno y este comportamiento está directamente relacionado con el envejecimiento del pan (Rodríguez Sandoval *et al.* 2007).

La alfa amilasa es una enzima que procede del embrión del germen de trigo; si el contenido de alfa amilasa es muy elevado, es debido a que el grano de trigo ha germinado, cuando existe poca actividad enzimática se puede incorporar en la harina. Las amilasas actúan en los enlaces de las cadenas de almidón, produciendo dextrinas que tienen la capacidad de retener humedad. A mayor cantidad de amilasa el color del pan es más oscuro (Calavares 2004).

En este estudio se pretende usar acondicionares de masa a base de ésteres de ácido diacetyl tartárico de monoglicéridos y diglicéridos (DATEM), mono y di glicéridos de grasas vegetales refinadas, almidón de trigo, sulfato de calcio y alfa amilasa; para mejorar la textura en el tiempo, favorecer la distribución de los alvéolos y disminuir su tamaño retardando la retrogradación de los almidones y así proveer de mayor suavidad y miga más uniforme, pero sin cambiar características como sabor que lo distingue. Con este estudio se pretende mejorar la calidad sensorial y física del pan blanco molde beneficiando la panadería de Zamorano.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Determinar las características físico-químicas de pan blanco molde evaluando dos acondicionadores de masa.
- Determinar la aceptación y preferencia del pan blanco molde con acondicionadores
- Determinar los costos variables de los tratamientos preferidos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. La elaboración del pan blanco con acondicionadores se realizó en la Planta de Innovación de Alimentos; las evaluaciones sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial; los análisis físicos (textura y color) se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos. La planta y laboratorios antes mencionados, pertenecen al departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, km. 30 al Este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Materiales e ingredientes. Para la elaboración de pan blanco se utilizaron los siguientes ingredientes en base a la harina de trigo dura (354 g), leche (34%), azúcar (8%), margarina (7%), sal (2%), levadura (*Saccharomyces cerevesiae*) (1%), propionato de calcio (0.2%), acondicionadores DATEM (ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos) (0.3 y 0.5%) de Distribuidora del Caribe, POWERFlex[®] (ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos, monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfatos de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo) (0.3 y 0.5%) de la empresa Danisco. Los porcentajes de acondicionadores son los límites de uso recomendados.

Los ingredientes fueron pesados en una balanza analítica Ohaus modelo V51PH3, mezclados en la mezcladora HOBART modelo D340; se usó un termómetro de laser PCE-888 para monitorear la temperatura. Los ingredientes mezclados se amasaron y moldearon en la moldeadora Bread & Roll Moulders de BLOEMHOF modelo 860 L, la masa se depositó en moldes de latón engrasados con manteca vegetal y se colocaron en el fermentador EPCO modelo BCA 3241 8HP; transcurrido el tiempo de fermentado, se hornearon en el horno BLODGETT modelo DFG-100/200W, rebanados en la cortadora Thunderbird, modelo No. ARM.07 y almacenados en bolsas de LDPE “Low Density Polyethylene”. Para la elaboración de pan blanco molde se supervisaron variables de producto y de proceso como el pesado, el amasado y el tiempo de fermentado, de acuerdo al formato de calidad de la unidad.

Elaboración del producto. En el estudio se elaboraron cinco tratamientos en total: un control siendo éste la fórmula original de pan blanco Zamorano, dos tratamientos con dos concentraciones de DATEM* (0.3 y 0.5%) y dos tratamientos con dos concentraciones de DATEM (0.3 y 0.5%) en base a la harina; los demás ingredientes se mantuvieron constantes de acuerdo a la fórmula original. Para la elaboración de los tratamientos en cada repetición, se utilizó el mismo procedimiento utilizado en la unidad de panificación, (Figura 1). Los cambios realizados se basaron en la incorporación de los acondicionadores de masa y tiempos de mezclado.

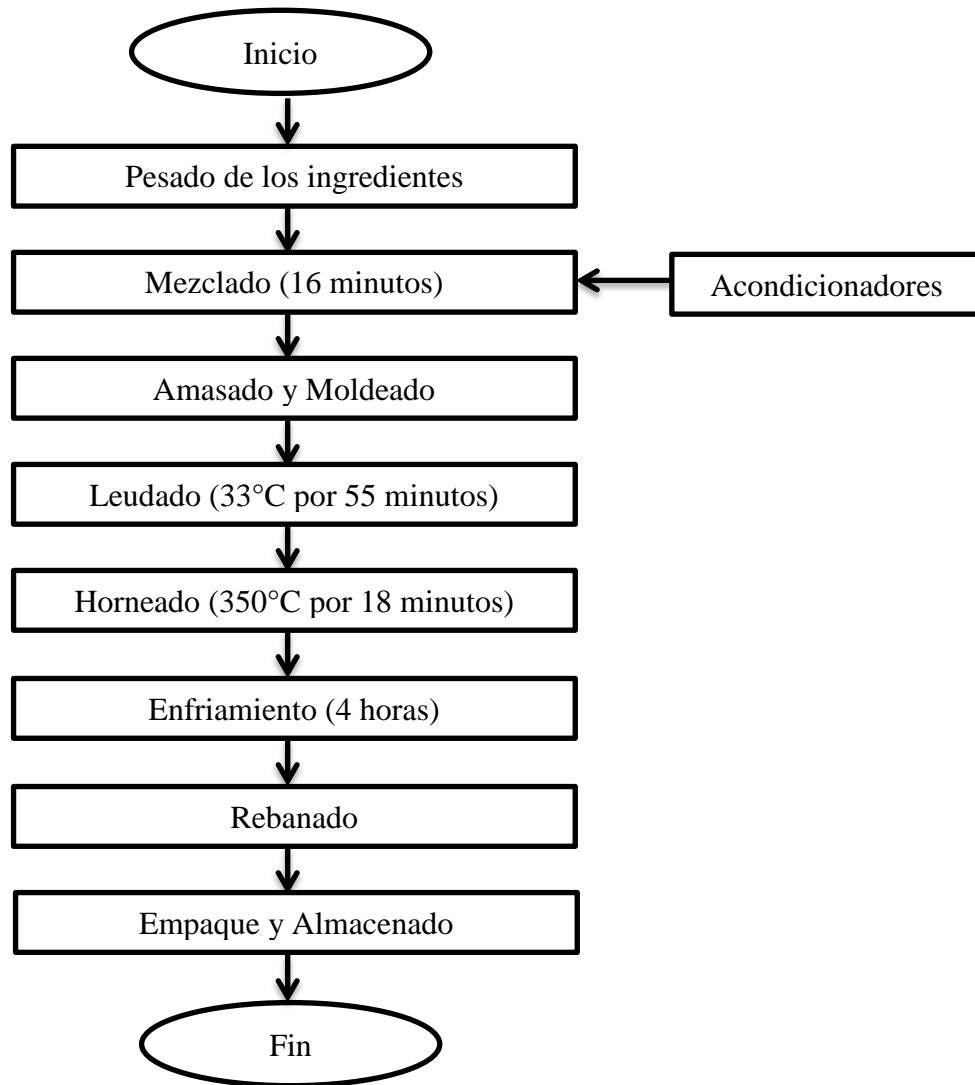


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de pan blanco en la unidad de panificación Zamorano.

Descripción del proceso para pan blanco

1. Pesar todos los ingredientes a excepción de la leche con un día de anterioridad.
2. Limpiar, desinfectar e inspeccionar los equipos y el de trabajo antes de iniciar con la preparación de los tratamientos, siguiendo las normas de 5S de la calidad de PIA.

3. Mezclar los ingredientes por tratamientos en el siguiente orden: harina de trigo blanca, sal, azúcar, levadura, propionato de calcio y acondicionadores de masa (a excepción del control) durante tres minutos en velocidad uno. Leche más ingredientes secos tres minutos en velocidad uno y por último agregar la margarina y mezclar durante 10 minutos en velocidad dos.
4. Amasar, moldear y colocar la masa en los moldes de latón previamente engrasados con manteca vegetal para evitar que la masa se pegue.
5. Leudar por 55 minutos a 33°C.
6. Hornear por 18 minutos a 350 °C.
7. Enfriar durante un período de 5 horas.
8. Rebanar.
9. Empacar en bolsas de LDPE.

Análisis de textura. Para evaluar la textura del pan blanco se utilizó el Instron serie 4400 modelo 4444 con el acople Yunque 57 O/. La fuerza de compresión fue medida en Newton (N) aplicando 50% de compresión a una velocidad de cabezal de 100 mm/min y celda de carga de 0.493 N. Se aplicó compresión en tres muestras por tratamiento de 20 mm de grosor y 50 mm de ancho y largo, basados en el método AACC 74-09 (1984).

Análisis de color. Para evaluar el color en las muestras de pan blanco, se utilizó el colorímetro Colorflex HunterLab[®]. Se realizaron tres estimaciones en miga por muestra de tratamiento para cada repetición, reportando el color en la miga del pan blanco en el día cero y siete. Charoenthaikij *et al.* (2010) analizaron color en miga en los días cero, tres y cinco.

Análisis químico. Se analizó el pH en miga en el día cero y siete usando 15 g de muestra en 100 mL de agua destilada, basados en el método de la AOAC 945.42 (2005).

Análisis sensorial de aceptación. El análisis sensorial se realizó mediante una prueba de aceptación con escala hedónica del uno (me desagrada extremadamente) al nueve (me agrada extremadamente). En cada repetición participaron 20 panelistas no capacitados entre empleados y estudiantes de la EAP. Los atributos evaluados fueron: apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general. A cada panelista se le presentaron cinco muestras de pan sin corteza, un vaso de agua y un trozo de manzana verde para limpiar el paladar entre muestras. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con medidas repetidas en el tiempo, al día uno y siete; los bloques fueron las repeticiones.

Análisis sensorial de preferencia. Con base en los resultados de la prueba de aceptación y costos de formulación, dos tratamientos fueron seleccionados y comparados con la fórmula control (pan Zamorano). Las muestras se evaluaron con una prueba de ranking de

de preferencia, siendo uno la de mayor preferencia y tres la de menor preferencia; la evaluación se realizó con un panel de 100 personas.

Análisis de costos variables. Se realizó un análisis considerando los costos variables de formulación para los dos mejores tratamientos y el control.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres repeticiones (repetición=bloque) y cinco tratamientos para un total de 15 unidades experimentales analizadas con medidas repetidas en tiempo al día cero y siete (para el análisis sensorial y físico-químicos). Los resultados obtenidos en los análisis físico-químicos y sensoriales se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias Tukey ($P < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos y a través del tiempo para cada variable evaluada. Se utilizó el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1[®]).

Tratamientos. Los tratamientos consistieron en un control (fórmula original de la unidad de panificación), dos niveles de DATEM 0.3 y 0.5% y dos niveles de DATEM* 0.3 y 0.5% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de los panes con acondicionadores

Tratamiento	Composición
Control	Fórmula original unidad panificación.
0.3% de DATEM	Ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos.
0.5% de DATEM	Ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos.
0.3% de DATEM*	Ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos más otros aditivos.
0.5% de DATEM*	Ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos más otros aditivos.

*monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Textura Los resultados del Cuadro 2, muestran que en el día cero los tratamientos son similares a diferencia del DATEM*0.3% y DATEM 0.3%, con respecto a DATEM*0.5%, ($P < 0.05$) que presentaron una mayor firmeza. En el día siete se obtuvo menor firmeza para DATEM*0.5% con relación a los demás tratamientos. El uso de ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos, crea un efecto de retardo en la retrogradación de los almidones (Xiujin *et al.* 2007), por lo que los tratamientos con acondicionadores son menos firmes. Según Xiujin *et al.* (2007) el DATEM actúa sobre el gluten, interactuando con el almidón al asociarse con las regiones helicoidales, formando clatratos con las hélices en la porción lineal, prolongando la cristalización del almidón. Los altos coeficientes de variación en textura, están relacionados a la manipulación del Instron y que éste está diseñado para alimentos que requieran mayor fuerza de compresión.

Todos los tratamientos aumentaron su firmeza en relación al día cero (Cuadro 2). Durante el almacenamiento del pan se retrogradan los almidones y el agua migra, provocando deterioro en la miga (Gray y BeMiller 2003). Esto tiene un efecto directo en la estructura de la miga del pan, provocando mayor dureza. Crowley (2011) también encontró que los tratamientos aumentaron su dureza, pero el uso de acondicionadores favoreció la textura en el tiempo. A pesar del aumento de firmeza en almacenamiento, el tratamiento DATEM*0.5% requirió menos fuerza al día siete debido a su composición, que incluye DATEM combinado con otros aditivos, como los monoglicéridos y las alfa amilasas, que retrasan la retrogradación de los almidones y favorecen la suavidad de la miga.

Cuadro 2. Textura expresada en Compresión (N) en miga de pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media (N) \pm DE	Media (N) \pm DE
Control	7.0 \pm 4.76ab(x)	35.0 \pm 4.42a (y)
DATEM 0.3%	8.0 \pm 1.38a (x)	35.0 \pm 3.88a (y)
DATEM 0.5%	7.0 \pm 1.73ab(x)	31.0 \pm 2.89ab(y)
DATEM*0.3%	8.0 \pm 4.19a (x)	30.0 \pm 4.44b (y)
DATEM*0.5%	6.0 \pm 3.22b (x)	24.0 \pm 1.72c (y)
Coefficiente de variación (%)	19.78	10.43

a-c Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

DE Desviación estándar.

*Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Luminosidad (valor L). Todos los tratamientos mostraron una alta luminosidad, debido a que el color del pan está directamente relacionado a las propiedades de la harina (Calvel *et al.* 1990). En el día cero y siete DATEM 0.5% presentó la mayor luminosidad ($P < 0.05$) (Cuadro 3). La adición de ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos aumenta la intensidad del color blanco en miga debido a su reacción con los carbohidratos y las proteínas (Xiujin *et al.* 2007), Sin embargo las alfa amilasas presentes en DATEM* provocan colores ligeramente más oscuros por romper el almidón en dextrinas (Tejero 2005). Los tratamientos DATEM 0.3 y 0.5% se mantuvieron iguales en el tiempo, sin embargo los demás presentaron diferencias. Costa *et al.* (2012) usaron DATEM al 1.0 % y encontraron valores de 77.23 hasta 80 para luminosidad, similares a los encontrados en este estudio

Cuadro 3. Análisis de color en miga (valor L) en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media (L) \pm DE	Media (L) \pm DE
Control	75.14 \pm 1.21c(x)	74.76 \pm 1.05bc(y)
DATEM 0.3%	74.84 \pm 0.69c(x)	74.70 \pm 0.32bc(x)
DATEM 0.5%	76.59 \pm 2.68a(x)	75.30 \pm 0.45a (x)
DATEM*0.3%	75.71 \pm 1.37b(x)	74.81 \pm 0.24b (y)
DATEM*0.5%	75.17 \pm 0.83c(x)	74.38 \pm 0.97c (y)
Coefficiente de variación (%)	0.41	0.40

a-c Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Valor a (verde a rojo). Los tratamientos muestran una tonalidad roja baja, de acuerdo al Cuadro 4. En el día cero los tratamientos no muestran diferencias significativas ($P < 0.05$), sin embargo en el día siete los tratamientos con 0.5% de acondicionador son ligeramente más rojos. Esto puede estar asociado a la uniformidad de la masa y como ésta refleja el color (Salehifa *et al.* 2012). A mayor cantidad de acondicionador la masa es más uniforme. A través del tiempo todos los tratamientos son estadísticamente iguales lo cual puede relacionarse a la reacción de Maillard que se da únicamente en el horneado y es influenciada ligeramente por los emulsificantes provocando la coloración roja de la corteza pero que afecta la miga en una pequeña zona de transición (Tejero, 2005). Los altos coeficientes de variación para el valor a en pan blanco, están relacionado con los bajos valores encontrados muy cercanos a valores negativos que indican (coloración verde); indicando en este caso una ligera coloración roja.

Cuadro 4. Análisis de color en miga (valor a) en pan blanco con acondicionadores demasa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media (a) ± DE	Media (a) ± DE
Control	0.73 ± 0.13a(x)	0.89 ± 0.18b (x)
DATEM 0.3%	0.71 ± 0.54a(x)	0.84 ± 0.32b (x)
DATEM 0.5%	0.78 ± 0.41a(x)	1.19 ± 0.48ab(x)
DATEM*0.3%	0.65 ± 0.45a(x)	0.84 ± 0.18b (x)
DATEM*0.5%	1.06 ± 0.36a(x)	1.31 ± 0.45a (x)
Coefficiente de variación (%)	26	25

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Valor b (azul a amarillo). Los tratamientos presentaron una tonalidad ligeramente amarilla, asociada a la margarina presente en la formulación. En el día cero los tratamientos con DATEM* son estadísticamente iguales, pero diferentes al control y DATEM 0.3%; mientras que en el día siete todos los tratamientos son similares entre sí a excepción del DATEM* con respecto al control (Cuadro 5). A través del tiempo los tratamientos con DATEM* y DATEM 0.5% disminuyeron su coloración amarilla. Esto se asocia a la pérdida de humedad y las características de los acondicionadores (Tejero, 2005). Clemente Mainer *et. al.* (2010) evaluaron color en miga de pan comercial y obtuvieron valores b alrededor de 16, similares a los encontrados en este estudio.

Cuadro 5. Análisis de color en miga (valor b) en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media (b) ± DE	Media (b) ± DE
Control	17.48 ± 0.82b (x)	17.06 ± 0.43b (x)
DATEM 0.3%	17.49 ± 0.62b (x)	17.28 ± 0.18ab(x)
DATEM 0.5%	17.89 ± 0.65ab(x)	17.31 ± 0.41ab(y)
DATEM* 0.3%	18.05 ± 0.98a (x)	17.40 ± 0.23a (y)
DATEM* 0.5%	18.29 ± 0.59a (x)	17.45 ± 0.51a (y)
Coefficiente de variación (%)	2.04	2.06

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

pH. Los resultados del pH en miga muestran que los tratamientos son iguales en el día cero; en el día siete el pH del control es estadísticamente diferente al DATEM 0.3 y 0.5%. En el tiempo todos los tratamientos son iguales (Cuadro 6) y cumplen con las especificaciones de un mínimo de 4.5 y máximo de 5.8 de la norma mexicana NMX-F-159-S-1983. El pH en el rango óptimo asegura el funcionamiento del propionato de calcio como antimicrobiano. El pH de la masa está relacionado con la fermentación debido a la producción de ácido láctico (Tejero 2005).

Cuadro 6. Resultados de pH en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	5.65 ± 0.02a(x)	5.60 ± 0.02a (x)
DATEM 0.3%	5.69 ± 0.22a(x)	5.67 ± 0.01b (x)
DATEM 0.5%	5.73 ± 0.01a(x)	5.68 ± 0.01b (x)
DATEM*0.3%	5.80 ± 0.10a(x)	5.76 ± 0.01a (x)
DATEM* 0.5%	5.79 ± 0.02a(x)	5.73 ± 0.01ab(x)
Coeficiente de variación (%)	1.99	0.24

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Apariencia. La apariencia de los tratamientos fue aceptada de igual manera por los panelistas en el día cero (Cuadro 7). En el día siete solo hay diferencias (P<0.05) entre DATEM*0.5% con relación al control y el DATEM 0.3%, mientras que los demás tratamientos fueron aceptados de igual manera. La aceptación en el tiempo se mantuvo igual). Los tratamientos se ubicaron entre seis y siete de la escala hedónica (me agrada poco y me agrada moderadamente). El uso de emulsificantes como los monoglicéridos, da como resultado miga fina y alvéolos homogéneamente distribuidos (Castelli 2002).

Cuadro 7. Análisis sensorial de apariencia en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	6.66 ± 1.10a(x)	6.30 ± 1.33b (x)
DATEM 0.3%	7.03 ± 1.10a(x)	6.56 ± 1.25b (x)
DATEM 0.5%	6.58 ± 1.45a (x)	6.58 ± 1.42ab(x)
DATEM*0.3%	7.06 ± 1.43a(x)	6.88 ± 1.12ab(x)
DATEM*0.5%	6.66 ± 1.49a(x)	7.05 ± 1.15a (x)
Coefficiente de variación (%)	20.65	19.11

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Color. El atributo color fue aceptado de igual manera entre tratamientos en el día cero y siete y a través del tiempo. Los tratamientos fueron evaluados entre seis y siete (me agrada poco y me agrada moderadamente) de la escala hedónica de nueve puntos (P<0.05) (Cuadro 8). Según Ponzio (2010), el uso de ésteres de ácido diacetil tartárico, no afectó el color sensorial del pan usando desde un 0.03% hasta 1%. Esto se debió a que el color del pan está directamente relacionado a la pureza de la harina y las pequeñas variaciones aportadas por los acondicionadores, no son percibidas por las personas (Calvel *et al.* 1990).

Cuadro 8. Análisis sensorial de color en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	7.00 ± 1.39a(x)	6.55 ± 1.19a(x)
DATEM 0.3%	6.93 ± 1.32a(x)	6.86 ± 1.11a(x)
DATEM 0.5%	6.68 ± 1.43a(x)	6.76 ± 1.26a(x)
DATEM*0.3%	7.18 ± 1.20a(x)	7.00 ± 1.12a(x)
DATEM*0.5%	6.95 ± 1.26a(x)	6.90 ± 1.08a(x)
Coefficiente de variación (%)	19.14	17.01

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Aroma. Los resultados en aroma (Cuadro 9) muestran que todos los tratamientos se encuentran entre me agrada poco y me agrada moderadamente en la escala hedónica. En el día cero los tratamientos fueron aceptados de igual manera, mientras que en el día siete solo el control y el DATEM*0.5% presentan diferencias en aceptación; todos los tratamientos a excepción del control son aceptados de igual manera en el tiempo. Esto es debido a que el envejecimiento del pan provoca pérdida de atributos sensoriales y se retarda usando acondicionadores de masa (Tejero 2005).

Cuadro 9. Análisis sensorial de aroma en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	DÍA 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	6.71 ± 1.37a(x)	6.21 ± 1.34b (y)
DATEM 0.3%	6.61 ± 1.07a(x)	6.81 ± 1.18ab(x)
DATEM 0.5%	6.53 ± 1.48a(x)	6.48 ± 1.45ab(x)
DATEM*0.3%	6.90 ± 1.31a(x)	6.83 ± 1.16ab(x)
DATEM*0.5%	6.78 ± 1.47a(x)	7.03 ± 1.08a (x)
Coefficiente de variación (%)	20.02	18.88

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Textura. En el día cero los panelistas aceptaron la textura de los tratamientos de igual manera, ubicados en un rango entre me agrada poco y me agrada moderadamente en la escala hedónica (Cuadro 10). En el día siete, el control presentó menor aceptación (ni me agrada ni me desagrada) con respecto al DATEM*0.3 y 0.5%. A través del tiempo los tratamientos fueron aceptados de la misma manera a excepción del control que presentó menor aceptación. Mateboer (2012) afirma que las alfa amilasas conservan la miga más blanda en el tiempo, por su efecto antiendurecimiento.

Cuadro 10. Análisis sensorial de textura en pan blanco con acondicionadores de masa

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	6.76 ± 1.45a(x)	5.90 ± 1.72b (y)
DATEM 0.3%	6.65 ± 1.41a(x)	6.56 ± 1.18ab(x)
DATEM 0.5%	6.63 ± 1.40a(x)	6.55 ± 1.45ab(x)
DATEM*0.3%	6.93 ± 1.50a(x)	6.86 ± 1.30a (x)
DATEM*0.5%	6.66 ± 1.80a(x)	7.13 ± 1.03a (x)
Coefficiente de variación (%)	22.78	21.09

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Sabor. El Cuadro 11, muestra que los panelistas aceptaron los tratamientos de igual manera en el día cero con una calificación entre seis y siete de la escala hedónica. En el día siete los tratamientos los tratamientos fueron aceptados de igual manera, a diferencia del control en relación al DATEM*0.3 y *0.5% que fue menos aceptados (P<0.05). A través del tiempo el tratamiento DATEM*0.5% incrementó su aceptación. Según Xiujin *et al.* (2007) el uso de ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y digliceridos, mejora significativamente la calidad sensorial, en variables como: textura, aroma, color, aceptabilidad y sabor. El envejecimiento del pan hace que este pierda sabor. El envejecimiento es retardado al incorporar emulsificantes (Tejero 2005).

Cuadro 11. Análisis sensorial de sabor en pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	6.78 ± 1.63a(x)	6.40 ± 1.40b (x)
DATEM 0.3%	6.43 ± 1.33a(x)	6.81 ± 1.26ab(x)
DATEM 0.5%	6.53 ± 1.48a(x)	6.60 ± 1.50ab(x)
DATEM*0.3%	7.01 ± 1.51a(x)	6.96 ± 1.19a (x)
DATEM*0.5%	6.60 ± 1.71a(x)	7.10 ± 1.00a (y)
Coefficiente de variación (%)	22.45	19.08

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Aceptación general. En el día cero, los panelistas aceptaron de igual manera todos los tratamientos, sin embargo en el día siete el control obtuvo la menor aceptación en comparación a los tratamientos con DATEM* (Cuadro 12). La aceptación general en tiempo fue estadísticamente igual, a diferencia del control que disminuyó su aceptación en el día siete, lo cual era lo esperado. Según Ponzio (2011) y Xiujin *et al.* (2007), los panes con acondicionadores de masa presentaron mayor aceptabilidad en el tiempo por su textura más uniforme.

Cuadro 12. Análisis sensorial de aceptación general de pan blanco con acondicionadores de masa.

Tratamiento	Día 0	Día 7
	Media ± DE	Media ± DE
Control	6.95 ± 1.19a(x)	6.35 ± 1.37b (y)
DATEM 0.3%	6.60 ± 1.09a(x)	6.86 ± 1.11ab(x)
DATEM 0.5%	6.66 ± 1.29a(x)	6.61 ± 1.35ab(x)
DATEM*0.3%	7.08 ± 1.19a(x)	6.98 ± 1.12a (x)
DATEM*0.5%	6.71 ± 1.56a(x)	7.08 ± 0.86a (x)
Coeficiente de variación (%)	18.89	17.43

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

(x-y) Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE Desviación estándar.

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Análisis sensorial de preferencia. En la evaluación sensorial de ranking preferencial; siendo uno el de mayor preferencia y tres el de menor preferencia, el tratamiento DATEM*0.3%, fue el más preferido, mientras que el DATEM0.3% y el control (pan Zamorano) fueron preferidos de igual manera (P<0.05) (Cuadro14).

Cuadro 13. Resultados del análisis de preferencia (n=100) de dos tratamientos y el control (pan Zamorano).

Tratamiento	Preferencia
DATEM*0.3%	1.78a
DATEM 0.3%	2.08b
Control	2.15b

a-b Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

* Otros aditivos (monoglicéridos y diglicéridos de grasas vegetales refinadas, sulfato de calcio, alfa amilasa y almidón de trigo).

Análisis de costos variables. El costo de formulación con DATEM 0.3% y DATEM*0.3% incrementa en comparación al control, esto es de esperarse ya que se está incorporando un nuevo ingrediente, en una fórmula establecida (Cuadro 14). El costo al incorporar DATEM* incrementa en 0.02 dólares en relación a la fórmula Control y 0.01 dólares en relación al DATEM.

Cuadro 14. Costos variables de formulación para una barra de pan blanco de 909 g.

Ingredientes	Costo L/g	Control		DATEM 0.3%		DATEM*0.3%	
		Peso g	Costo L.	Peso g	Costo L.	Peso g	Costo L.
Harina de trigo	0.016	503.34	8.44	503.34	8.44	503.34	8.44
Leche	17.00	310.92	17.00	310.92	17.00	310.92	17.00
Azúcar	0.01	42.66	0.61	42.66	0.61	42.66	0.61
Margarina	0.04	33.18	1.20	33.18	1.20	33.18	1.20
Sal	0.01	11.38	0.07	11.38	0.07	11.38	0.07
Levadura Fermipan	0.10	5.69	0.56	5.69	0.56	5.69	0.56
Propionato de calcio	0.08	0.95	0.08	0.95	0.08	0.95	0.08
Acondicionadores		0.00	0	1.51	0.08	1.51	0.28
Costos (L)			27.97		28.05		28.25
Costos (\$)			1.39		1.40		1.41

4. CONCLUSIONES

- El uso de acondicionadores de masa mejoró la textura del pan blanco a los siete días de almacenamiento. Los tratamientos presentaron pocas variaciones en cuanto a color y presentaron un pH de acuerdo a la norma NMX-F-159-S-1983.
- Los tratamientos más aceptados fueron los DATEM*. En comparación a la fórmula actual, el pan blanco con DATEM*0.3% fue el preferido.
- El tratamiento más preferido tuvo un incremento en costo de formulación de 1%.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos, humedad y volumen por un tiempo más prolongado en pan blanco con acondicionadores de masa. Además, realizar análisis del perfil de textura en miga por Brookfield modelo CT3.
- Se recomienda realizar análisis de textura basados en el método del American Institute of Baking (AIB).
- Realizar estudios con los consumidores actuales del pan blanco Zamorano para determinar su anuencia a incluir acondicionadores dentro de la fórmula.
- Negociar con los proveedores de DATEM*, para adquirir menor cantidad de acondicionador o conseguir distribuidores locales y realizar análisis, usando otros porcentajes de acondicionadores de masa.

6. LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists, EUA). 2005. Método para analizar pH en miga de pan. Method, AOAC945.42. EUA. 1 p.
- AOAC (American Association for Clinical Chemistry, EUA). 1984. Método para analizar textura en pan. AACC 74-09(1984).
- Calavares, J. 2004. Nuevo tratado de panificación y bollería. 2 Ed. Madrid, España, AMV ediciones. P. 416–417.
- Calvel, R., R.L. Wirtz y J.J. Macguire. 1990. The taste of bread. Trad. Francia, Editorial Jérôme Villette. P. 78–79.
- Castelli, E. 2002. Ensayo comparativo de sustitutos del bromato de potasio para su uso en panificación. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 5(8):133–140.
- Charoenthaikij, P., K. Jangchud, A. Jangchud, W. Prinyawiwatkul, H. Kyoon No y J. M. King. 2010. Physicochemical properties and consumer acceptance of wheat-germinated brown rice bread during storage time. *Journal of Food Science* 75(6).
- Clemente Mainer, N., C. Mayayo Martínez, M. Rozas Lúpon y S.S. Catalina Agreda. 2010. Análisis diferencial en distintos panes de molde. p. 72–76.
- Codex Alimentarius. 2008. Normas alimentarias/ aditivos alimentarios.
- Costa Conto, L. de, R.S. Porto Oliverira, L.G. Pereira Martin, Y. K. Chang y C. Joy Steel. 2012. Effects of the addition of microencapsulated omega-3 and rosemary extract on the technological and sensory quality of white pan bread. *LWT Food Science and Technology* (45): 102–109.
- Crowley, P., T.J. Schober, C.J. Clarke and E.K. Arendt. 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research Technology*, 214: 489–490.
- Fakhretdinov, R.Kh. 2007. Liquid bread improver technology production and application for wheat. Moscow state Univ. of food production (Russian Federation). 25p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Grasas mixtas para untar. Consultado 24 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/w3963s/W3963S07.htm>

Gray, J.A. y J.N. BeMiller. 2003. Bread staling: molecular basis and control. *Comp Rev Food Sci Food Safety* (2): 1–21.

Mateboer, A. 2012. Regional business director, food enzymes (en línea). Consultado 26 de mayo de 2013. Disponible en: <http://biosciences.dupont.com/careers/search-jobs/job/singlejob/regional-business-director-food-enzymes/>

Norma oficial mexicana (NOM-247-SSA1-2008).

Norma mexicana NMX-F-159-S-1983. (Alimentos. Pan blanco de caja). Pan e industria panaria: resumen. 2008. Consultado el 28 de octubre de 2013. Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/TIE02b_200801.pdf

Ponzio, N.R. 2011. Calidad panadera de variedades de trigo puras y sus mezclas. Influencia del agregado de aditivos. Tesis M.Sc. en Tecnología e Higiene de los Alimentos, facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Centro de investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). 228 p.

Rodriguez Sandoval, E., A. Sandoval Aldana y A. Fernández Quintero. 2007. Evaluación de la retrogradación del almidón en harina de yuca precocida. Departamento de ingeniería de alimentos de la facultad de ingeniería de la universidad del valle. *Colomb.Quim* 36 (1).

Salehifar, M. L. Adili., B. Ghiassi Tarzi y H. Bakhoda. 2012. Effects of lipase, Phospholipase and DATEM on some Quality Characteristics of Bread. *Annal of Biological Reserch* 3 (11) 5236–5241.

Tejero, F. 2005. La evolución de los mejorantes en las masas (en línea). Consultado 18 de octubre de 2013. Disponible

Ur-Rehman, S., J.A. Awan, I. Pasha, N. Huma y A. Mumtaz. 2002. Preparation and application of bread improver using locally available ingredients. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 39(2):154–158.

Xiujin, Z., S. Jinquan y L. Zaigui. 2007. Effects of DATEM on Dough Rheological Characteristics and Qualities of CSB and Bread. *Cereal Chemistry*, 84(2):181–185.

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial en análisis preferencial.

Hoja De Evaluación Sensorial Preferencia de Pan Blanco

Nombre:

Fecha:

Instrucciones:

- Se le presentarán tres muestras de pan blanco.
- Escriba los códigos de las muestras sobre las líneas.
- Empezar de izquierda a derecha.
- Limpie su paladar entre cada muestra con agua y manzana verde.
- Escriba las muestras en orden de preferencia, colocando en el recuadro el número 1 a su muestra preferida, el número 2 y 3 a las muestras menos preferidas respectivamente.

Muestra: _____

Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial.

Hoja De Evaluación Sensorial
Prueba De Aceptación Pan Blanco Molde

Nombre: _____

Nacionalidad: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

- Se le presentarán 5 muestras de Pan blanco, un trozo de Manzana verde y un vaso con agua; pruebe las muestras de izquierda a derecha, en el orden que se le presenten.
- Limpie su paladar con agua y manzana, antes y después de cada muestra.
- Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadrado indicando su grado de aceptación.

1. Me desagrada extremadamente

6. Me agrada poco

2. Me desagrada mucho moderadamente

7. Me agrada

3. Me desagrada moderadamente

8. Me agrada mucho

4. Me desagrada poco extremadamente

9. Me agrada

5. Ni me agrada ni me desagrada

Muestra _____

	Me desagrada extremadamente	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada poco	Ni me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho	Me agrada extremadamente
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Aroma									
Textura									
Sabor									
Acept. Gral.									

Anexo 3. Costos de pan blanco con acondicionadores.

El producto DATEM se puede adquirir en una presentación de 18 kg a un precio de 50 dólares, siendo esta la cantidad mínima que se puede adquirir pero éste es estadísticamente igual al control en la prueba de preferencia por lo que no se justifica su uso; mientras que el DATEM* más otros aditivo requiere que se compre no menos de 1000 dólares aproximadamente 100 kg de producto.