CAPÍTULO 3

3. SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE ZANAHORIA AMARILLA (*Daucus carota* L.)

3.1 Ingredientes

Harina de trigo: se utiliza siempre en la elaboración de panes, ya que su alto contenido de proteínas posibilita la formación de gluten y se consigue un buen leudado sin que las piezas pierdan su forma. Obtenida generalmente de los trigos fuertes o semifuertes, su riqueza proteica va desde un 9 a un 14 %, estas condiciones intermedias son ideales para la elaboración de pan.

Sal: mejora y resalta el sabor de la harina y de los demás ingredientes, refuerza la calidad del gluten aumentando su tenacidad y plasticidad, controla el desarrollo de las levaduras. También ayuda a la absorción del agua, mejora el color y espesa la corteza. Cabe destacar que la levadura nunca debe estar en contacto directo con la sal, ya que impide el proceso de fermentación.

Azúcar: Es alimento para la levadura, de esta manera se tiene una fermentación más uniforme. Actúa acentuando las características organolépticas como son la formación del aroma, color de la superficie. Aumenta el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial, retrasando el proceso de endurecimiento.

Manteca vegetal: Tiene dos funciones fundamentales en el proceso de extrusión, por un lado proporciona un efecto lubricante en la mezcla de polímeros comprimidos y por otro modifican las propiedades gustativas de los productos. [11] De esta manera se retarda el endurecimiento del pan y se mejora las características de la masa. Al añadirle grasas emulsionantes a la masa se forma una capa entre las partículas de almidón y red glutínica, todo esto

otorga a la miga una estructura fina y homogénea. Se utilizó Manteca Vegetal Masaplus – Fleischmann, la cual se obtuvo en una distribuidora minorista de materiales para panificación.

Levadura: se compone de pequeñas celdillas u organismos vegetales, del género Saccharomyces Cerevisiae, que tienen como particularidad transformar los azúcares y almidones en alcohol, produciendo Ácido Carbónico, es decir, la fermentación alcohólica. Su reproducción es por gemación, particularmente se activa en aerobiosis. Se utilizó levadura fresca “Levapan”, la cual la adquirimos en una Distribuidora minorista de materiales para panificación.

Huevo: Son un alimento muy nutritivo. Su peso aproximado es de 50 gramos, de los cuales 15 gramos pertenecen a la yema, 25 gramos a la clara y 10 g. a la cáscara. Unen los elementos gracias al agua que contienen, enriquecen la masa y le otorgan suavidad.

Esencia de mantequilla: Proporcionan un excelente sabor y transmiten al paladar una agradable sensación, se utiliza en productos de pastelería, helados y refrescos. Resistentes a las altas

temperaturas, permite un mayor rendimiento y una calidad constante, brinda una sensación natural al paladar del consumidor.

Mejorador de masa: es mezcla integral de aditivos con características funcionales que mejoran y favorecen los productos panificados y sus procesos. Brinda una miga pareja y esponjosa, mejora la vida útil del producto, permite obtener piezas con mejor volumen. Otorga textura suave y corteza delgada. Proporciona aroma y sabor suaves y agradables. Se utilizó Mejorador Super F Premium Grille – Fleischmann.

3.2 Formulaciones

En base a fórmulas de Pan de dulce, adquiridas de panaderos artesanales e industriales, obtuvimos la fórmula inicial.

Tabla 11: Fórmula base del pan de dulce con el 100% de harina de trigo.

FÓRMULA INICIAL	
Masa dulce	**Porcentajes**
Harina de trigo	54 %
Agua	20 %
Sal	0.5 %
Azúcar	10 – 20 – 30 %
Manteca vegetal	10 %
Levadura	1 – 5 %
Huevo	5 %

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Se realizaron varias formulaciones, sustituyendo en diferentes porcentajes la harina de trigo por harina de zanahoria amarilla, en las siguientes tablas se detallan dichas pruebas. Las imágenes se pueden observar en el Apéndice J.

FORMULA # 1

No se logró obtener la masa de pan adecuada debido a que no se formó la red glutínica. Hubo presencia de grumos en la masa y su coloración es demasiado oscura, color ladrillo.

Tabla 12: Primera fórmula, sustitución del 30% de harina de zanahoria amarilla.

FORMULA 1 (sustitución 30 %)		
INGREDIENTES	**PORCENTAJES**	**GRAMOS**
Harina de trigo	24 %	280
Harina de zanahoria amarilla	30 %	120
Agua	24,25 %	180
Sal	0,65 %	4,8
Azúcar	8,6 %	64
Manteca vegetal	6,5 %	48
Levadura	1,06 %	8
Huevo	2,7 %	20
Gluten	1,6 %	12
Mejorador	0,15 %	1,2
Esencia de vainilla	0,25 %	2
Esencia de mantequilla	0,25 %	2

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

FORMULA # 2

Se formó la red glutínica, el color de la masa era agradable. Un problema fue debido al poco tiempo de leudado, se obtuvo un pan pesado y una miga densa. El Sabor no era el característico al pan de dulce, presentaba un sabor residual desagradable.

Tabla 13: Segunda fórmula, sustitución del 20% de harina de zanahoria amarilla.

FORMULA 2 (sustitución 20 %)		
INGREDIENTES	**PORCENTAJES**	**GRAMOS**
Harina de trigo	36,89 %	320
Harina de zanahoria amarilla	20 %	80
Agua	25,6 %	180
Sal	0,56 %	4
Azúcar	4,55 %	32
Manteca vegetal	5,68 %	40
Levadura	1,11 %	8
Huevo	2,84 %	20
Gluten	2,27 %	16
Esencia de vainilla	0,22 %	1,6
Esencia de mantequilla	0,22 %	1,6

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

FORMULA # 3

Con el mismo porcentaje de sustitución se duplicó la cantidad de azúcar. Se aumentó la manteca para mejorar las características de la masa y se adicionó mejorador de miga, para obtener mejores resultados. Sin embargo, con estos cambios las características del pan no mejoraron. El sabor no era el característico al pan de dulce, presentaba un sabor residual desagradable.

La tabla 14: Tercera fórmula, con sustitución del 20% de harina de zanahoria amarilla.

FORMULA 3 (sustitución 20 %)		
INGREDIENTES	**PORCENTAJES**	**GRAMOS**
Harina de trigo	34 %	320
Harina de zanahoria amarilla	20 %	80
Agua	24,25 %	180
Sal	0,65 %	4,8
Azúcar	8,62 %	64
Manteca vegetal	6,46 %	48
Levadura	1,07 %	8
Huevo	2,69 %	20
Gluten	1,61 %	12
Mejorador	0,16 %	1,2
Esencia de vainilla	0,27 %	2
Esencia de mantequilla	0,27 %	2

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

FORMULA # 4

Debido al sabor residual en las formulaciones anteriores, se disminuyó el porcentaje de harina de zanahoria al 15 %. El color es agradable e incluso es reemplazo del amarillo de huevo que utilizan los panaderos. Tiene grandes características organolépticas, su aroma es dulce y muy agradable. El sabor es muy parecido al pan de dulce, con un ligero y agradable sabor a zanahoria. Se mejoró la miga, pero le falto mayor tiempo de leudado, ya que la parte superior tenía una miga esponjosa y la parte inferior una miga densa.

Tabla 15: Cuarta fórmula, con sustitución del 15% de harina de zanahoria amarilla.

FORMULA 4 (sustitución 15 %)		
INGREDIENTES	**PORCENTAJES**	**GRAMOS**
Harina de trigo	38,28 %	255
Harina de zanahoria amarilla	15 %	45
Agua	24 %	135
Sal	0,6 %	3,5
Azúcar	10,6 %	60
Manteca vegetal	6,5 %	36
Levadura	1,1 %	6
Huevo	2,7 %	15
Gluten	0,53 %	3
Mejorador	0,53 %	3
Esencia de mantequilla	0,26 %	1,5

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

FORMULA # 5 (final)

Se elaboró la última formulación con sustitución del 15%. Obteniendo un pan con excelentes características organolépticas. El tiempo de leudado fue de 5 horas, obteniendo una miga esponjosa.

Tabla 16: Quinta fórmula, con sustitución del 15% de harina de zanahoria amarilla.

FORMULA 5 FINAL (sustitución 15 %)		
INGREDIENTES	**PORCENTAJES**	**GRAMOS**
Harina de trigo	39,79 %	340
Harina de zanahoria amarilla	15 %	60
Agua	21,92 %	160
Sal	0,55 %	4
Azúcar	10,96 %	80
Manteca vegetal	6,58 %	48
Levadura	1,10 %	8
Huevo	2,74 %	20
Gluten	0,55 %	4
Mejorador	0,55 %	4
Esencia de mantequilla	0,27 %	2

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

En la tabla 17 se muestran los pesos totales y finales de la masa de pan de zanahoria amarilla.

Tabla 17: Pesos finales de la masa de pan de zanahoria amarilla.

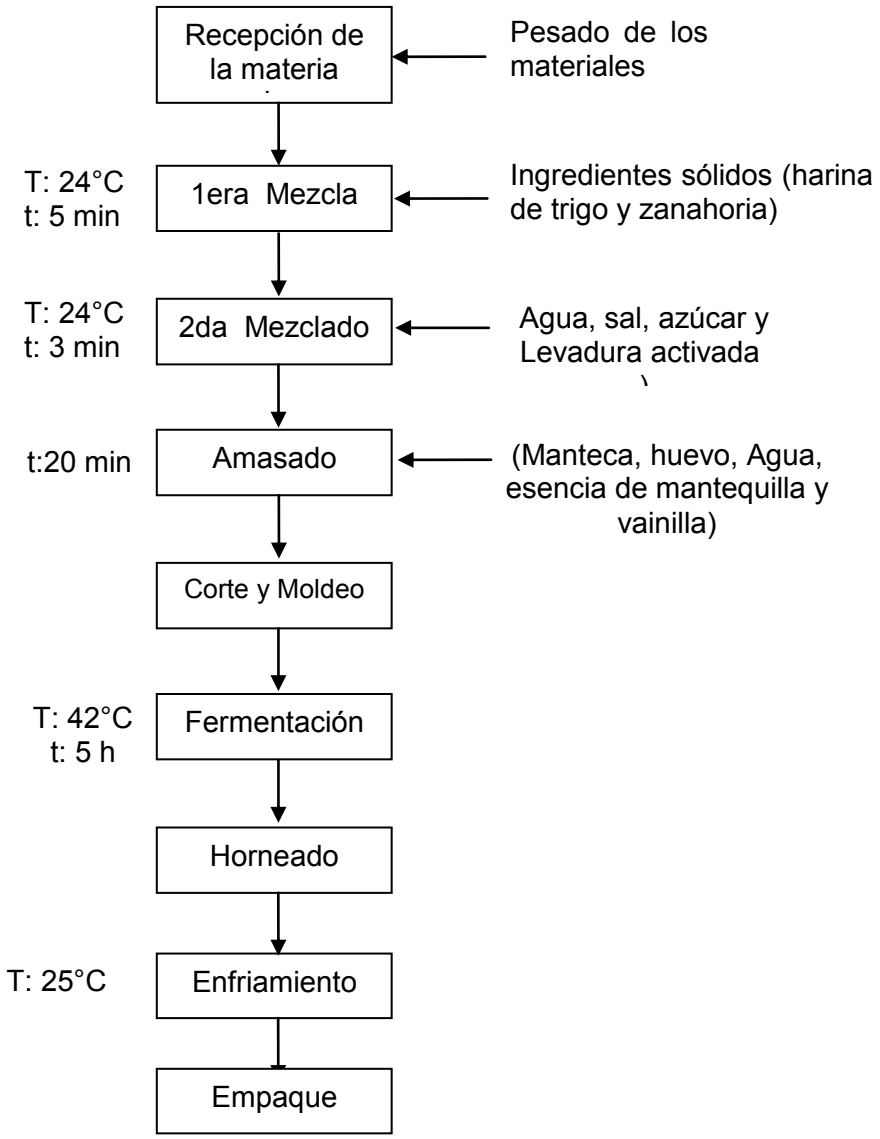
Harina total	**400 g**
Masa de pan total	730 g
Peso de unidades de pan	40 g

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

3.3 Proceso de Elaboración del pan

Después de realizar las diferentes formulaciones, se obtuvo el diagrama de proceso de elaboración del pan con harina de zanahoria amarilla a base de una masa dulce, dicho diagrama se muestra en la figura 3.1.

Figura 3.1: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Pan de zanahoria.



Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

3.4 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se utilizó uno de los métodos afectivos, denominado: Prueba de nivel de agrado “Escala Hedónica”, estructurada de cinco puntos. El objetivo es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada, en los cuales se puntualiza la característica de agrado.

El Apéndice L muestra la encuesta realizada a 30 personas, comprendidos entre 22 a 28 años de edad, las degustaciones se realizaron a las 11 de la mañana.

Para el análisis estadístico se aplicó la prueba de *t de Student*, la cual indica si las diferencias encontradas pueden declararse como significativas con un cierto nivel de confiabilidad.

El propósito de esta prueba es comparar dos medias, las cuales se supone provienen de dos muestras al azar de la misma población. Por esta razón, la desviación estándar usada es la estimación del valor poblacional. [9]

Los 30 jueces calificaron en una escala de 5 puntos (1 = Me disgusta mucho, 5 = Me gusta mucho) el nivel de agrado del sabor, olor, color, textura y apariencia del Pan de zanahoria amarilla con una sustitución del 15 y 20 %. La tabla 18 muestra los resultados obtenidos en el análisis sensorial, utilizando la prueba hedónica.

Tabla 18: Análisis sensorial del pan de zanahoria amarillo.

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA							
		SUSTITUCIÓN		D	D2	t	Valor crítico
		20%	15%				
SABOR	Total	94	131	37	97	5,07	2,045
	Media	3,13	4,37				
COLOR	Total	77	128	51	121	8,56	2,045
	Media	2,57	4,27				
OLOR	Total	117	138	21	39	4,18	2,045
	Media	3,9	4,6				
TEXTURA	Total	53	139	86	15,57	15,57	2,045
	Media	1,77	4,63				
APARIENCIA	Total	84	145	61	139	15,05	2,045
	Media	2,8	4,83				

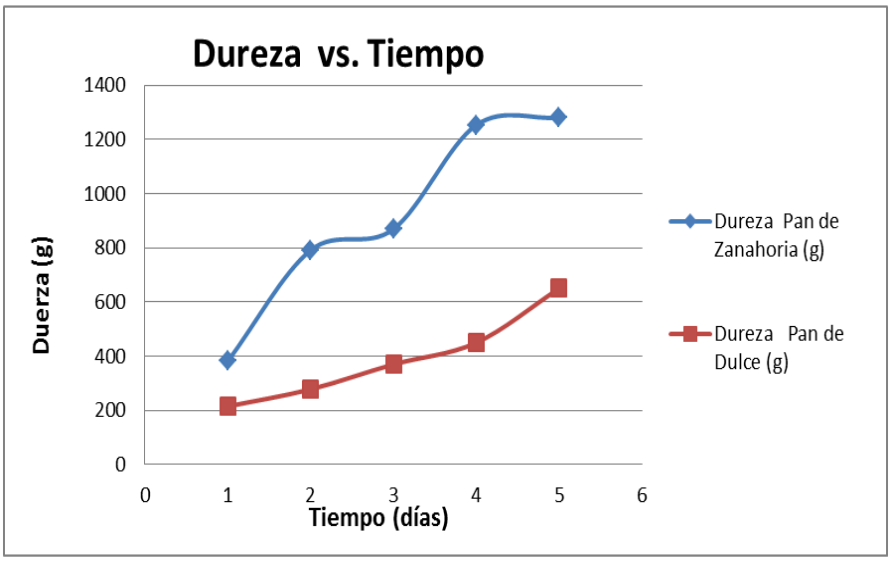
Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Como el t calculado es mayor al valor crítico para t de student la hipótesis se rechaza, es decir que las características evaluadas (sabor, color, olor, textura y apariencia) si influyen en la apreciación de las muestras con sustitución del 20 y 15 %, presentando una significativa diferencia entre ambas. Los valores medios calculados muestran diferencias significativas. Siendo la muestra de pan con el 15% de sustitución la de mayor aceptación en todas las características evaluadas. En el Apéndice M se muestra el detalle del análisis sensorial, empleando la Prueba hedónica.

3.4.1 Textura

Para definir el tiempo de vida útil se analizó la textura en relación al tiempo. Para esto se utilizó la ayuda de un Texturómetro, marca Brookfield, modelo CT3 empleando software TexturePro Ct V1.1 Build 7. Se escogió panes de tamaño y forma similares, los cuales fueron analizados diariamente, manteniendo las condiciones ambientales estándares (Ver Apéndice O). La figura 3.2 muestra la curva de Dureza vs. Tiempo de los panes de zanahoria amarilla.

Figura 3.2: Dureza vs. Tiempo



Los resultados obtenidos en esta evaluación se muestran en el Apéndice N, se puede observar que el pan de zanahoria amarilla presentó en 5 días mayor dureza que un pan de dulce tradicional, en la gráfica anterior se aprecia como en el primer y tercer día hubo una mayor pérdida de humedad. Y en el sexto día presencia de mohos. En la tabla 21 se puntualiza las observaciones realizadas al pan de zanahoria amarillo durante 5 días.

3.5 Características físico – químicas y nutricionales

Se realizó análisis del producto final para determinar sus características físico-químicas y establecer si cumple con los parámetros establecidos en la norma referencial NTE INEN 95:1979 (ver Apéndice A). En la tabla 19 se detalla las características físico-químicas del pan obtenido, con sustitución del 15 % de harina.

Tabla 19: Características físico – químicas del pan de zanahoria amarilla, con sustitución del 15%.

Características	Resultados
Corteza	Color uniforme
Miga	Uniforme, elástica, porosa
Peso por unidad	40 ± 2 gramos
ph	5,5
Tiempo de Vida útil	5 días
Presencia de mohos	6to. día

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Características nutricionales:

Para definir las características nutricionales del pan de zanahoria amarilla, se basó en la Tabla de Composición de alimentos ecuatorianos de 1965 (Apéndice K). Se estimó sus propiedades

nutricionales en 100 gramos de porción comestible, en la tabla 20 se muestra el aporte energético y el contenido nutritivo.

Tabla 20: Características nutricionales del pan de zanahoria amarilla.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño proporción : 1 unidad (40 g)		
Porciones por envase: 6		
Cantidad proporción		
Calorías : 109,32 Kcal		
Calorías de grasa: 22,34 Kcal		
		% valor diario *
Grasa total:	2,48 g	20,4 %
Carbohidrato total :	19,0 g	69,5 %
Proteína :	2,75 g	10,1 %
Fibra Total :	0,6 g	
* Los porcentajes de los valores de Ingesta Diaria Recomendada (IDR) están basados en una dieta de 2000Kcal, de acuerdo a la FAO - OMS (INDEX 93).		

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

3.6 Estabilidad del pan

En la tabla 21 se muestra la estabilidad del pan de zanahoria amarilla durante los 6 días de observaciones.

Tabla 21: Estabilidad del pan de zanahoria amarilla.

Días	OBSERVACIONES
0	**Aspecto externo:** La pieza de pan de zanahoria amarilla tiene la forma característica a un pan de dulce. **Color externo:** La corteza y la superficie son uniformes, presentan un color ligeramente dorado a café. **Color interno:** La miga es levemente café, con un matiz uniforme y sin manchas. **Olor:** Es muy intenso a zanahoria de característica muy agradable. **Sabor:** Es muy parecido al pan de dulce, sabor agradable no es salado ni acido. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra regular y de textura suave y firme. **Textura interior:** La miga es consistente, suave y esponjosa con agujeros pequeños y uniformes por lo que presenta un correcto leudado.
1	**Color externo:** La corteza y la superficie siguen siendo uniformes, presentan un color ligeramente dorado a café. **Color interno:** La miga continua siendo café, con un matiz uniforme y sin manchas. **Olor:** Sigue siendo muy intenso a zanahoria de característica muy agradable. **Sabor:** Es muy agradable, no presenta mal sabor ni acidez. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra regular y de textura ligeramente suave y más firme. **Textura interior:** La miga es más consistente, suave y esponjosa durante la masticación.
2	**Color externo:** Presenta un color ligeramente dorado a café y uniforme. **Color interno:** La miga continúa ligeramente café, con un matiz uniforme y sin manchas. **Olor:** Esta con un olor poco intenso a zanahoria de característica agradable. **Sabor:** Es un poco menos intenso a zanahoria, no presenta mal sabor. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra regular y de textura no tan suave pero si firme.

	Textura interior: La miga está ligeramente endurecida, suave y esponjosa, menos uniforme.
3	**Color externo:** Presentan un color dorado a café y menos vistoso. **Color interno:** La miga continúa ligeramente café, con un matiz poco uniforme. **Olor:** Esta con un olor poco intenso a zanahoria de característica agradable. **Sabor:** Es menos intenso a zanahoria, no tiene buen sabor. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra irregular y de textura ligeramente endurecida y contraída. **Textura interior:** La miga está más endurecida, menos esponjosa y uniforme debido a la pérdida de humedad por los cambios físico-químicos del pan.
4	**Color externo:** Presenta un color no muy agradable. **Color interno:** La miga presenta un color poco desagradable. **Olor:** Esta con un olor poco intenso a zanahoria de característica poco desagradable. **Sabor:** Es cada vez menos intenso a zanahoria, ligeramente desagradable. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra más irregular y de textura endurecida y menos firme. **Textura interior:** La miga está endurecida por lo que su tamaño se ha reducido.
5	**Color externo:** Presenta un color desagradable. **Color interno:** La miga presenta un color desagradable. **Olor:** Presenta característica desagradable **Sabor:** Es desagradable. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra totalmente irregular y de textura completamente endurecida. **Textura interior:** La miga está endurecida y pesada, los agujeros se han cerrado y no hay uniformidad.
6	**Color externo:** Desagradable. **Color interno:** Desagradable. **Olor:** Desagradable **Sabor:** Desagradable. **Textura exterior:** La corteza presenta una costra con

	presencia de mohos y mal olor a senescencia y de textura completamente contraída. **Textura interior:** La miga está endurecida con presencia de mohos y olor a senescencia.

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.