

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Utilización de Harina de Zanahoria Amarilla (Daucus Carota) en la
Elaboración de Pan”

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Presentado por:

Karla Vanessa Aragundi Rivas

Byron Vicente Plúa Martínez

GUAYAQUIL- ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por sus innumerables bendiciones. A mi madre, Grace Rivas por el gran sacrificio y dedicación para que siga perseverando en la vida. A mi padre, Carlos Aragundi por su esfuerzo y consejo. A mis hermanos, por su ayuda y ejemplo. A mis maestros, en especial a la Ing. Fabiola Cornejo y a la Ing. Grace Vásquez por sus enseñanzas y consejos durante estos años de estudio. A mis amigos en especial a Byron, Karen y Rodrigo por sus constantes ayudas y consejos para terminar este proyecto.

Karla Aragundi Rivas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este proyecto, y de manera muy especial a mi familia, amigos (Karla Aragundi y Rodrigo Oviedo), a la Ing. Fabiola Cornejo, directora de Tesis y a la Ing. Grace Vásquez, por su absoluta e incondicional enseñanza y ayuda.

Byron Plúa Martínez

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ABUELITA

A MIS AMIGOS

Karla Aragundi Rivas

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI HERMANO

A MIS AMIGOS,

POR SU AYUDA Y

APOYO INCONDICIONAL.

Byron Plúa Martínez

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Fabiola Cornejo Z.
DIRECTORA DEL PROYECTO

Ing. Grace Vásquez V.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Karla Aragundi R.

Byron Plúa M.

RESUMEN

El presente proyecto de graduación buscó establecer el efecto de emplear harinas no tradicionales, a partir de zanahoria amarilla. Este tubérculo cuyo nombre científico es *Daucus Carota*, posee 89% de humedad, es fuente de vitamina A y fibra, además de buenas propiedades nutritivas y digestivas.

A través de la historia, los tubérculos, como: papa, yuca, zanahoria, etc., han jugado un papel fundamental en la alimentación humana a nivel mundial. Actualmente, el afán de innovar y reducir costos de producción, han permitido desarrollar investigaciones en torno al posible reemplazo de las harinas tradicionales (trigo) por harinas no tradicionales. Y aunque en la actualidad se estén efectuando estos estudios se desconoce el comportamiento de estas harinas en productos de panificación, características sensoriales y envejecimiento del pan.

Inicialmente, se caracterizó la materia prima previo a la determinación de la respectiva isoterma de sorción, velocidad y tiempo de secado, definiendo las condiciones adecuadas para este proceso. Una vez obtenida la harina se elaboró una formulación base de pan sustituyendo parcialmente la harina de

trigo por la de zanahoria amarilla, se evaluó en el producto final características de textura, nivel de aceptación y estabilidad en comparación con un pan de dulce tradicional. Los resultados se utilizaron en el análisis de aceptación (prueba hedónica) y t de Student como herramienta estadística para determinar su significancia. Finalmente, se estableció la mejor sustitución aquella que cumple con los parámetros de calidad establecidos por las Normas Ecuatorianas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Materia Prima.....	2
1.1.1 Cultivos y Disponibilidad.....	2
1.1.2 Composición Química y Valor Nutricional.....	4
1.2 Proceso de Secado.....	6
1.3 Productos de Panificación: Pan.....	11
1.3.1 Tipos y Especificaciones.....	14
1.3.2 Proceso de Elaboración.....	16
1.4 Principales Alteraciones Físico-Químicas y Microbiológicas.....	20
1.5 Retro degradación de almidones	23
CAPÍTULO 2	
2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINAS.....	27
2.1 Características de la Materia Prima.....	27
2.2 Metodología de Trabajo.....	33
2.2.1 Ensayos Físico-Químicos.....	36

2.2.2 Secado.....	37
2.3 Isotermas de sorción.....	37
2.4 Proceso de Secado.....	39
2.4.1 Curvas de Secado.....	40
2.5 Caracterización de la harina.....	44

CAPÍTULO 3

3. SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE ZANAHORIA AMARILLA (DUACUS CAROTA).....	48
3.1 Ingredientes.....	48
3.2 Formulaciones.....	51
3.3 Proceso de Elaboración de pan.....	57
3.4 Análisis Sensorial.....	59
3.4.1 Textura.....	61
3.5 Características físico-químicas y Nutricionales.....	63
3.6 Estabilidad del Pan.....	64

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
--	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Aw	Actividad de agua
°C	Grados Centígrados
g	Gramos
mg	Miligramos
cm	Centímetros
Ec.	Ecuación
%	Por ciento
Kg	Kilogramos
min	Minutos
h	Hora
HR	Humedad Relativa
HRE	Humedad relativa de equilibrio
AOAC	Association of Analytical Communities
BET	Brunauer-Emmett-Teller
GAB	Guggenheim-Anderson-de- Boer
Kcal	Kilocalorías
mm	Milímetros
s	Segundo

SIMBOLOGÍA

A	Área superficial de la muestra
Rc	Velocidad de Secado
S.S.	sólidos secos en la muestra
T	Temperatura
t	Tiempo
b.h.	Base húmeda
b.s	Base seca
$\overline{D_p}$	Diámetro partícula
Dpsup	Diámetro superior
H ₂ O	Agua
pH	Potencial de Hidrógeno
Δt	Diferencial de tiempo
Δx	Diferencial de Humedad libre
Δx_i	Porcentaje de retenidos
X	Humedad Libre
X _i	Partícula mas pequeña en el diámetro superior
Xc	Humedad crítica
Xt	Humedad en base seca
X*	Humedad en equilibrio
W	Peso de la muestra
Ws	Peso de sólidos secos
p	Presión parcial del agua
p _o	Presión de vapor del agua pura
dx/dt	Variación de la humedad con respecto al tiempo
t	t de student

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Períodos de secado.....	10
Figura 1.2 Diagrama de flujo de la elaboración de pan.....	17
Figura 1.3 Mecanismo de envejecimiento del pan.....	24
Figura 2.1 Color 137 U Pantone de la Zanahoria Amarilla.....	28
Figura 2.2 Características físicas de la Zanahoria Amarilla.....	30
Figura 2.3 Variación de dimensiones de la zanahoria Amarilla.....	30
Figura 2.4 Variación de pH de la zanahoria amarilla en relación al tiempo.....	32
Figura 2.5 Variación del % de Acidez de la zanahoria Amarilla en relación al tiempo	32
Figura 2.6 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de zanahoria amarilla.....	35
Figura 2.7 Isotherma de Adsorción de la zanahoria amarilla.....	38
Figura 2.8 Humedad Libre vs. Tiempo.....	40
Figura 2.9 Curva de secado.....	43
Figura 2.10 Color 413 U Pantone de la Zanahoria Amarilla.....	44
Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Pan de zanahoria.....	58
Figura 3.2 Gráfica de textura vs tiempo.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición Nutricional de la zanahoria amarilla.....	5
Tabla 2. Especificaciones físico-químicas del pan.....	13
Tabla 3. Composición química del pan común.....	15
Tabla 4. Propiedades físicas de la zanahoria amarilla en relación al tiempo...	29
Tabla 5. Propiedades Químicas de la Zanahoria Amarilla.....	31
Tabla 6. Ensayos físico – químicos.....	36
Tabla 7. Características del secador de bandejas.....	37
Tabla 8. Ensayos físico- químicos de la harina de Zanahoria Amarilla.....	45
Tabla 9. Granulometría - Masa retenida de Harina de la Zanahoria Amarilla.....	46
Tabla 10. Análisis granulométrico de harina de Zanahoria Amarilla.....	47
Tabla 11. Fórmula base del pan de dulce con el 100% de harina de trigo....	51
Tabla 12. Primera fórmula, sustitución del 30% de harina de zanahoria amarilla.....	52
Tabla 13. Segunda fórmula, sustitución del 20% de harina de zanahoria amarilla.....	53
Tabla 14. Tercera fórmula, con sustitución del 20% de harina de zanahoria amarilla.....	54
Tabla 15. Cuarta fórmula, con sustitución del 10% de harina de zanahoria amarilla.....	55
Tabla 16. Quinta fórmula, con sustitución del 15% de harina de zanahoria amarilla.....	56
Tabla 17. Pesos finales de la masa de pan de zanahoria amarilla.....	57
Tabla 18. Análisis sensorial del pan de zanahoria amarillo.....	60
Tabla 19. Características físico-químicas del pan de zanahoria amarilla, con sustitución del 15%.....	63
Tabla 20. Características nutricionales del pan de zanahoria amarilla.....	64
Tabla 21. Estabilidad del pan de zanahoria amarilla.....	65

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el pan es uno de los alimentos mas consumidos en el mundo, se elabora a partir de harina de trigo, sin embargo por sus altos costos se busca un reemplazo parcial de la harina tradicional por harinas no tradicionales. Por lo que este estudio pretende incluir un alimento, como la zanahoria amarilla que presenta un alto valor nutritivo superior a otras hortalizas, es decir que aporta energía en la vida cotidiana.

Hoy en día la zanahoria amarilla constituye uno de los productos de mayor consumo en estado fresco. En el Ecuador el cultivo está muy extendido principalmente en las provincias de Pichincha y Chimborazo. Los cultivos de la variedad Chantenay son las preferidas por la mayoría de los agricultores debido a su rendimiento como a su adaptación en nuestro medio.

Este trabajo se propone reemplazar parte de la composición de harina de trigo por harina de zanahoria amarilla en la elaboración de pan. Lo cual no representa un cambio significativo en sus características físico-químicas, nutricionales y sensoriales. Las formulaciones, el análisis sensorial y de textura, determinarán la mejor sustitución y el tiempo de vida útil del pan.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Materia Prima

La zanahoria amarilla (*Daucus carota* L.) es la raíz mas cultivada del planeta que parece ser de origen Asiático, llegó a Europa y Egipto hace milenios, actualmente se cultiva en todas las área de clima templado, sembrada en cada estación con ciclo productivo de aproximadamente 100-120 días.

1.1.1 Cultivos y disponibilidad

La zanahoria amarilla se produce en las zonas del Ecuador, en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. Esta última provincia principalmente es la que más origina este tubérculo, al año produce 10.300

toneladas, siendo la producción total en el Ecuador de 28.130 toneladas anuales. El clima óptimo para la zanahoria es el sub-cálido a temperatura una de 16 a 18 grados centígrados.

La mayor parte de la producción de zanahoria es para consumo interno. Solo se exporta un 3,9%, que corresponde a la variedad conocida como Baby carrot (zanahoria bebé), tanto fresca como congelada. [3]

Tipos de Zanahorias:

Actualmente, en el mercado existe gran cantidad de variedades de zanahorias que se puede clasificar de muy diversas maneras: color, origen y forma. Aunque la forma más eficaz y concreta es realizar una clasificación por su longitud. Así se tiene:

Cortas:

Aquí se incluyen variedades con una longitud inferior a 10 cm, son casi esféricas y su cultivo se localiza mayormente en Chimborazo, apreciándose por su precocidad.

Semi Largas (sin corazón):

Son zanahorias de 10 a 20 cm. Aquí se incluyen la mayoría de las variedades que se cultivan, incluyendo el gran grupo de Zanahorias nantesas (Tip-top, Nantes Improved, Nandor).

Largas:

Son aquellas que superan los 20 cm de longitud. Se trata más bien de variedades destinadas a la industrialización, tales como Decolmar, Scalarla, Danro, etc.

Algunas de las variedades más conocidas de este vegetal son: Chantenay Royal, Super Chantenay, Emperador, Chantenay. [4]

1.1.2 Composición química y Valor Nutricional

La presencia de azúcares, sales minerales y partes fibrosas es muy importante en este vegetal, su parte sólida es frecuentemente superior al 20 %. [4]

La tabla 1 muestra la composición nutricional de la zanahoria amarilla.

Tabla 1: Composición nutricional de la zanahoria amarilla.

PARÁMETRO		MEDIDA	UNIDAD
Humedad		88,4	g
Proteína		0,7	g
Extracto etéreo (Grasas)		0,2	g
Carbohidratos totales		10	g
Fibra		0,9	g
Ceniza		0,7	g
Minerales		0,0608	g
	Calcio	30	mg
	Fósforo	30	mg
	Hierro	0,8	mg
Vitaminas		0,01789	g
	Caroteno	11,28	mg
	Tiamina	0,05	mg
	Riboflavina	0,03	mg
	Niacina	0,53	mg
	Ac. Ascórbico	6	mg
Minerales y Vitaminas		0,07869	
Calorías		42	

Referencia: Tabla de Alimentos Ecuatorianos de 1965. [10]

1.2 Proceso de Secado

El secado es un medio de conservación que al eliminar la totalidad del agua libre de un alimento, impide toda actividad microbiana y reduce la actividad enzimática.

El agua se elimina de los alimentos por medio de su difusión, en fase líquida - vapor, a través de su estructura interior. Al movimiento del agua líquida le seguirá su evaporación en algún punto del alimento, para lo cual es necesario calor, por lo tanto el proceso supone realmente un transporte simultáneo de materia y calor. [1]

La disponibilidad de agua se conoce como *actividad de agua*, es la relación entre la presión parcial del agua del alimento (p) y la presión de vapor del agua pura (p_0) a la misma temperatura; y ésta a su vez se relaciona con la humedad relativa de equilibrio (%HRE) del medio.

Un producto alimenticio contiene simultáneamente varias formas de agua: agua fuertemente ligada ($0 < a_w < 0.2$), agua débilmente ligada ($0.2 < a_w < 0.6$) y agua libre ($a_w > 0.6$) siendo ésta última la de fácil remoción. La actividad de agua de un producto es siempre inferior a 1, esto significa que los constituyentes del producto fijan

parcialmente el agua disminuyendo su capacidad de vaporizarse.

[2]

Periodo de secado.

El proceso de secado está convencionalmente dividido en tres fases:

1. Fase inicial de precalentamiento
2. Velocidad de secado constante
3. Una o más fases de velocidad de secado decreciente

El contenido de humedad en el punto de transición entre los periodos de secado es llamado contenido crítico de humedad (X_c). Si el secado continúa más tiempo, la Humedad Libre (X) se aproximará al contenido de humedad (X^*) correspondiente a la humedad de equilibrio. En cualquier punta de la curva, la cantidad de humedad removible permanente ($X - X^*$) se conoce como el contenido de humedad libre. [1]

Periodo de Precalentamiento.

Sucede mientras el producto y el agua en el contenida se calienta ligeramente, hasta alcanzar la temperatura de bulbo húmedo característica de ambiente secante. El producto a secar al principio

esta frío, su presión de vapor es igualmente baja, por lo tanto la velocidad de transferencia de masa es muy lenta. Este periodo es muy corto en relación con el tiempo total de secado. [2]

Periodo de Velocidad constante.

Se produce una reducción importante del contenido de agua, la evaporación se efectúa en la superficie del producto, a temperatura constante, siendo ésta la de bulbo húmedo del aire.

En este periodo la superficie del producto está alimentada por agua libre líquida desde el interior, fundamentada por las fuerzas capilares (capilaridad). En esta etapa la velocidad de secado constante finaliza cuando el contenido de la humedad del producto alcance el valor de la humedad crítica, por lo que en la curva de secado este periodo se deberá ajustar a una recta (la humedad crítica coincide con el punto en que la recta ajustada se separa de la curva de secado).

La humedad crítica no es una propiedad del alimento, sino que depende del tamaño de partícula y de las condiciones del aire secado.

El mecanismo interno de flujo de la humedad no afecta a la velocidad de secado en este periodo, el entorno secante, el aire es el que impone la velocidad de secado, que se incrementa al hacerle la temperatura. El diámetro de los poros y de los capilares disminuye y la pérdida de peso es igual al volumen de agua evaporada.

El flujo de agua líquida arrastra solutos que se depositan en la superficie si no son volátiles, producen el fenómeno llamado “case hardening” en la cual afecta a la eliminación de agua en los periodos posteriores. [2]

Periodo de velocidad decreciente.

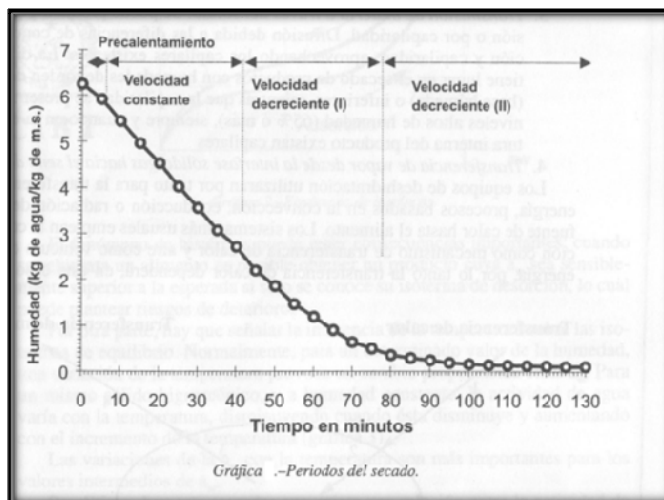
Desde el punto de vista macroscópico, esto corresponde a alcanzar la humedad crítica. La zona de evaporación “frente de secado” que se encontraba en la superficie se desplaza hacia el interior del producto. La migración del agua es cada vez más difícil debido a la insuficiencia de agua libre, ya que los depósitos de solutos obstruyen los poros y hace que el agua ligada en forma de vapor recorra distancias mayores y como consecuencia se convierte en factores limitantes. [2]

Segundo periodo de velocidad decreciente o periodo de velocidad final.

En esta fase en el alimento no queda más que agua ligada que se evacua muy lentamente (difusión- sorción). Por lo que se termina cuando el producto alcanza su humedad de equilibrio, que depende de las condiciones de secado.

Los periodos de velocidad decreciente se aprecian claramente si se representa la velocidad de secado (dx/dt : variación de la humedad con respecto al tiempo), versus la humedad por encima del equilibrio. [2] La figura 1.1, muestra los Periodos de Secado mediante una curva de Humedad vs. Tiempo.

Figura 1.1: Periodos de secado



Fuente: A.CASP Y J. ABRIL, 2003. [2]

1.3 Productos de panificación: Pan

El pan es un alimento básico, que en sus múltiples formas, tamaños, texturas, sabores y colores es uno de los productos más ampliamente consumidos por la humanidad y se considera como uno de los alimentos procesados más antiguos.

Tradicionalmente el pan se elabora a partir de harina del cereal trigo. Muchos otros tipos de cereales e incluso legumbres pueden molerse para obtener harina, pero la capacidad de las proteínas contenidas en el trigo para transformar una porción de harina y agua en una masa cohesiva que se transforma en pan queda corrientemente limitada al trigo y a otros pocas semillas de cereales de uso común.

La abundancia de variedades de pan deriva de las propiedades únicas que tienen el trigo para formar gluten. La masa gomosa y su capacidad de deformarse, extenderse y recuperar la forma junto con los gases atrapados adquieren una crucial importancia en la producción de pan y otros productos fermentados. De todos los cereales, el trigo es casi el único con esas propiedades.

Se pueden imitar algunos atributos de los panes de trigo con productos hechos a partir de harinas de otros cereales pero si se pretende alcanzar el volumen, las propiedades de la miga, el sabor y el aroma que posee el pan procedente del trigo, entonces es necesario suplementar cualquier proteína natural que se utilice con ingredientes estabilizantes del gas, independientemente si estos proceden de carbohidratos, proteínas o lípidos. [5]

Descripciones Generales.

Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las Normas INEN correspondientes. El pan común debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.

Características organolépticas El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.

- **Corteza:** El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.

- **Miga:** La miga de pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.
- **Tamaños:** El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes, de acuerdo con las formas establecidas en la Norma INEN 94.

Características físico-químicas:

El pan debe cumplir con las especificaciones físico-químicas que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Especificaciones físico-químicas del pan

Especificaciones	Rangos
Sólidos totales	≥ 65 % pan blanco ≥ 65 % pan semi-integral ≥ 60 % pan integral
Acidez	5,5 – 6,0
Humedad	≤ 35 % pan blanco ≤ 35 % pan semi-integral ≤ 40 % pan integral

Fuente: INEN 0095:1979. Apéndice A.

1.3.1 Tipos y especificaciones

Pan Común

Pan blanco: es un pan elaborado con harina de trigo de la que se ha retirado el salvado y por lo general también el germen. Esta harina se blanquea a menudo usando Bromato Potásico o Dióxido de Cloro (mejoradores para pan) para eliminar cualquier color levemente amarillento y hacer sus propiedades de horneado más predecibles.

El blanqueado da a la harina blanca una fecha de caducidad mucho más alta que la de la harina integral, y el pan hecho con ella puede tenerse más tiempo a la venta. Esto permite mayores tiempos de almacenaje y transporte.

Pan Integral: El pan integral está compuesto de harina de trigo no refinada (posee más salvado). Se denomina integral al pan que posee una gran cantidad de fibra dietética. En algunos países del norte de Europa se considera el consumo de este pan como un ingrediente de la dieta equilibrada. La popularidad de este pan ha ido creciendo desde finales del siglo XX y hoy en día es fácil encontrarlo en los supermercados. [5]

**Tabla 3: Composición química del Pan Común
(por 100 g).**

	Blanco	Integral
Carbohidratos	49,3	41,6
Proteínas	8,4	9,2
Fibra alimentaria	2,7	7,1
Grasa	1,9	2,5

Referencia: Fabricación de pan. [5]

Pan Especial

Es aquel pan que reúne alguna de las condiciones siguientes, por su composición:

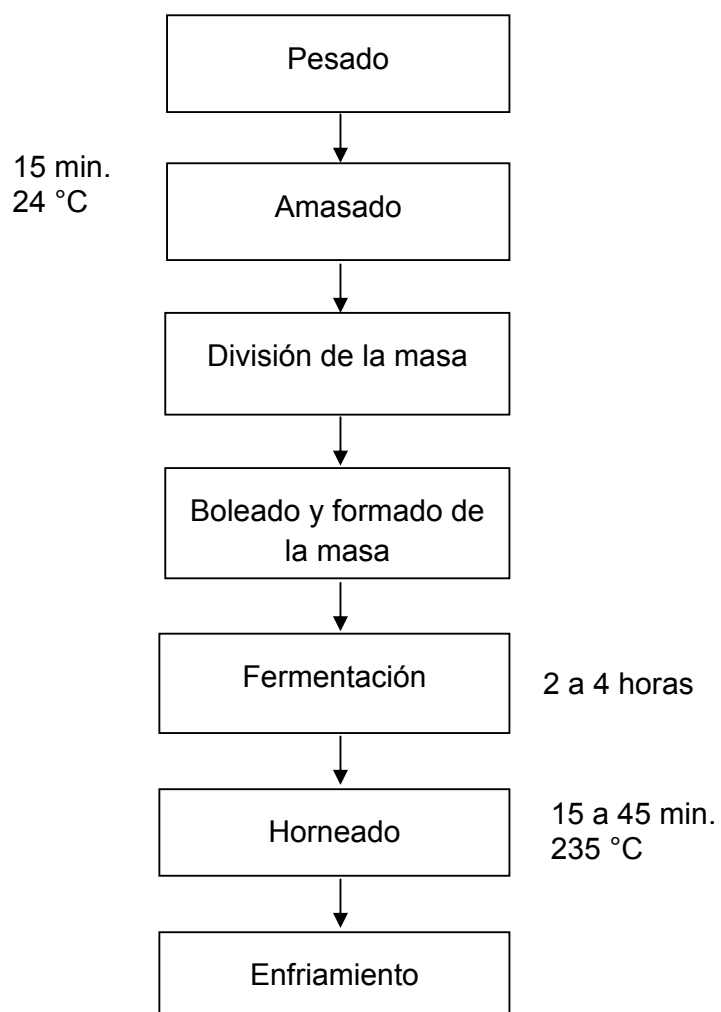
- Que se haya incorporado cualquier aditivo de panificación, autorizados para panes especiales, tanto a la masa como a la harina.
- Que se haya utilizado harina enriquecida.
- Que se haya añadido cualquier ingrediente que eleve su valor nutricional, como el Glúten, leche, huevos, grasas comestibles, especias, frutos secos. [12]

1.3.2 Proceso de Elaboración

Todos los procesos que se han diseñado para la fabricación de pan tienen una finalidad común simple: la conversión de la harina en un alimento esponjoso y apetitoso.

La figura 1.2 muestra el diagrama de flujo para la elaboración de pan, con sus respectivos tiempos y temperaturas de proceso.

Figura 1.2: Diagrama de flujo de la elaboración de pan.



Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Pesado: Se pesan las materias primas y los demás ingredientes en sus cantidades adecuadas para ser utilizados en la etapa de amasado.

Amasado: consiste en mezclar la harina, sal, agua y levadura, ajustando la temperatura del agua de manera que tras 15 minutos de amasado, la masa tenga 24°C. Durante el amasado se producen dos procesos importantes: las enzimas de harina convierten parte del almidón en maltosa, que es el nutriente más importante de la levadura. Y que el trabajo mecánico la harina se hidratan lentamente, las partículas de gluten interaccionan entre si y dan lugar a la formación de una red tridimensional, lo que se traduce en una masa cohesiva, extensible y con capacidad de retener los gases producidos en la fermentación.

División y Moldeado: después de la fermentación la masa se la lleva a una divisora, que la corta en piezas de un determinado peso y éste las deposita en el madurador intermedio, donde la masa sigue fermentando a temperatura controlada. La maduración intermedia dura unos 10 minutos, permitiendo que las características del gluten.

Fermentación de la masa: se deja fermentar la masa durante 2 o 4 horas. Según el proceso de elaboración se varía el tiempo de fermentación, al final del cual la masa habrá aumentado 4 o 5 veces su volumen inicial.

Normalmente una dosis de 3% (15 g de levadura / Kg de harina), es recomendada para obtener una fermentación en un período de 2 a 4 horas a temperaturas de 28°C consiguiendo un pH 5.8 – 6 y en caso de realizarse una fermentación larga de 12 horas se debe utilizar temperaturas más bajas, para evitar gasificaciones prematuras.

Horneo: Las condiciones de horneado dependerán de la formulación, del tamaño de las piezas, de su consistencia y del tipo de producto. Lo más habitual es hornear entre 235 °C, aunque algunos panes requieren temperaturas cercanas a los 500 °C durante un breve espacio de tiempo. El tiempo de cocción también es muy variable y va desde 15 a 45 minutos.

Enfriamiento: Esta última etapa consiste en almacenar el producto a temperatura ambiente por 40 o 50 minutos, antes de ser empaquetado.

1.4 Principales Alteraciones Físico-Químicas y Microbiológicas

Las alteraciones del pan pueden darse por diversas situaciones:

Alteraciones físico - químicas:

Deformación mecánica: por mala regulación de las máquinas tales como la formadora, amasadora, etc.

Deformación temporal: por mantener los tiempos de trabajo equilibrados, como poca fermentación, mucho amasado, poco tiempo de horneado, etc.

Deformaciones de temperaturas: debido a la masa con temperaturas altas durante la fermentación y cocción.

Deformaciones químicas: por el uso de dosis elevadas de aditivo como el Acido Ascórbico o Fosfato Monocálcico. [13]

Alteraciones por el nivel de humedad residual: la adición de agua en cantidades correctas forma el gluten y modifica la reología de la masa y en exceso implica que no se pueda lograr la calidad idónea del gluten que permite atrapar los gases procedentes de la fermentación. Concentraciones demasiado bajas de agua en el producto horneado implica una calidad sensorial (palatabilidad) más cercana a la de las pastas y galletas.

Alteraciones por la pérdida de frescura del producto: esta característica es importante para el consumidor que desea que el pan retenga todos los atributos que posee cuando abandona el horno.

Alteraciones en la Estructura de la miga: el factor común en todas las variedades de pan son las formaciones de oquedades de diferentes forma, tamaño y distribución, cada oquedad está rodeada por una red de hebras conectadas entre sí. Esta miga se deforma cuando se expone a la presión de los dedos y cuando esa fuerza cesa, retorna a su forma original. La combinación de miga con estructura alveolar y la capacidad de recuperación marcan una clara distinción entre panes y otros productos horneados.

Alteraciones en el Sabor y Aroma de los productos fermentados procede de un buen número de fuentes, entre ellas cabe citar la contribución de los ingredientes que favorecen significativamente y los métodos de panificación que se utilicen. [7]

Alteraciones Microbiológicas:

La principal causa es la mala higiene tanto en la industria como en las materias primas. Ejemplo de estas alteraciones son el pan mohoso o el ahilado, siendo las bacterias, mohos y bacilos los causantes del problema. [13]

Las Alteraciones del pan debidas a microorganismos son provocados por una elevada humedad y temperatura.

Enmohecimiento o florido: Las formas vegetativas y las esporas de mohos son destruidas durante el proceso de cocción. Sin embargo el enmohecido del pan se debe a que sobre las superficies del mismo se depositan y posteriormente se desarrollan nuevas esporas de mohos siempre presentes en el aire, superficies de paredes, máquinas y utensilios de la panadería. Los más frecuentes son: *Rhizopus Nigricans*, *Penicillium Expansum*, *Aspergillus Niger*, *Monilia Sitophila*, *Mucor mucedo*, *Monilia variabilis*. Se puede

controlar mediante antifúngicos: Propionatos, Acetato Sódico, Parabeno. [7]

Viscosidad o ahilamiento del pan

Se presenta normalmente cuando han transcurrido doce o más horas desde el momento de la cocción del pan. Se caracteriza porque el pan desprende un olor similar al de la fruta en descomposición y, al partirlo, aparecen en el centro de la miga manchas pegajosas de color pardo. El bacilo que da origen a este tipo de alteración es el *Bacillus Subtilis* o *Bacilus Mesentericus*, el cual se encuentra siempre en la masa. [7]

1.5 Retro degradación de almidones

Es una transformación en la que las moléculas gelatinizadas de almidón se reasocian para formar una estructura cristalina de dobles hélices. Un requisito para la recristalización del almidón es la disponibilidad de suficiente humedad, al menos localmente dentro de la matriz, para movilizar los segmentos de las cadenas de los largos polímeros.

El agua juega un papel muy importante porque actúa como un plastificante. Un plastificante es un material incorporado en un polímero para aumentar la maleabilidad, flexibilidad o extensibilidad.

Schoch y French (1947) propusieron un modelo que describe la agregación termorreversible de la amilopectina como la principal causa del envejecimiento del pan. [5] El Mecanismo de envejecimiento del pan se muestra en la figura 1.3.

Figura 1.3: Mecanismo de envejecimiento del pan.

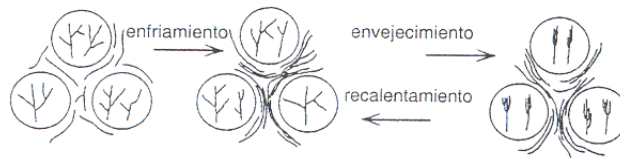


Figura 10.3 Mecanismo del envejecimiento del pan (Fuente: Schoch y French, 1947).

Referencia: Stanley P. Cauvain y Linda S. Young, 2002 [5]

Sugirieron que el hinchamiento del gránulo está restringido por la limitada cantidad de agua disponible en la masa panaria, de tal forma que los gránulos hinchados retienen su identidad como partículas discretas. Cuando aumenta el hinchamiento, la fracción lineal de la amilosa se hace más soluble y difunde hacia la fase

acuosa, formando una solución concentrada. Inmediatamente tras el enfriamiento, esta solución de moléculas de amilosa se asocia mediante puentes de hidrógeno y se retrograda rápidamente para constituir un gel insoluble, que contribuye a la estructura del pan.

Se considera que este gel permanece estable durante el almacenamiento posterior y que no participa en el proceso de envejecimiento. Es decir que la amilosa se asocia rápidamente en el pan poco después del horneado, afectando a la firmeza inicial, pero no juega más papel en el endurecimiento de la miga.

Ghiasi y Col. (1984) investigaron el efecto de variar la proporción de amilosa y amilopectina en la velocidad de endurecimiento del pan. Ellos hallaron que en el primer día de almacenamiento, los panes elaborados con una alta proporción de amilopectina (una relación de 83,4% de amilopectina a 16,6% de amilosa) eran menos firmes que el control (relación de 75% de amilopectina a 25% de amilosa), pero en los días 3 y 5 la firmeza de los panes con alta proporción de amilopectina era igual a la del control.

Esto demuestra que la retrodegradación de la amilosa ocurre rápidamente y que en cualquier endurecimiento posterior no está implicada la fracción de la amilosa. Aunque exista una correlación cualitativa entre la amplitud de la retrodegradación del almidón. [5]

CAPÍTULO 2

2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINAS

En el presente capítulo se detalla el proceso de obtención de harina de zanahoria amarilla, para ser utilizada posteriormente como sustituto parcial de la harina de trigo para panificación. Se realizó la caracterización de la materia prima, analizando las propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

2.1 Características de Materia Prima

La Zanahoria amarilla (*Daucus carota*) se la designa como un tubérculo, su forma es gruesa y alargada (similar a un cono) con una

longitud que puede cambiar dependiendo de la variedad, fue adquirida en el mercado local al Sur de la ciudad de Guayaquil.

Características físicas:

El color de la zanahoria amarilla basándonos en el Pantone es 137 U, como se muestra en la figura 2.1.

Figura 2.1: Color 137 U Pantone de la Zanahoria Amarilla



Para realizar la caracterización se utilizó el tipo de zanahoria “corta” que tienen una longitud aproximada a 10 cm y son casi esféricas, la variedad es “Chantenay”. Los datos se encuentran en el Apéndice B.

Se analizó las propiedades físicas de la zanahoria amarilla relacionándola con el tiempo, para efecto se tomó cinco unidades, las cuales se conservaron a temperatura de 27 °C y humedad ambiente de 66%, las observaciones desarrolladas a la zanahoria amarilla se

muestra en la tabla 4; y en las figuras 2.2 y 2.3 se muestran los cambios físicos y la variación de dimensiones respectivamente.

Tabla 4. Propiedades físicas de la zanahoria amarilla en relación al tiempo.

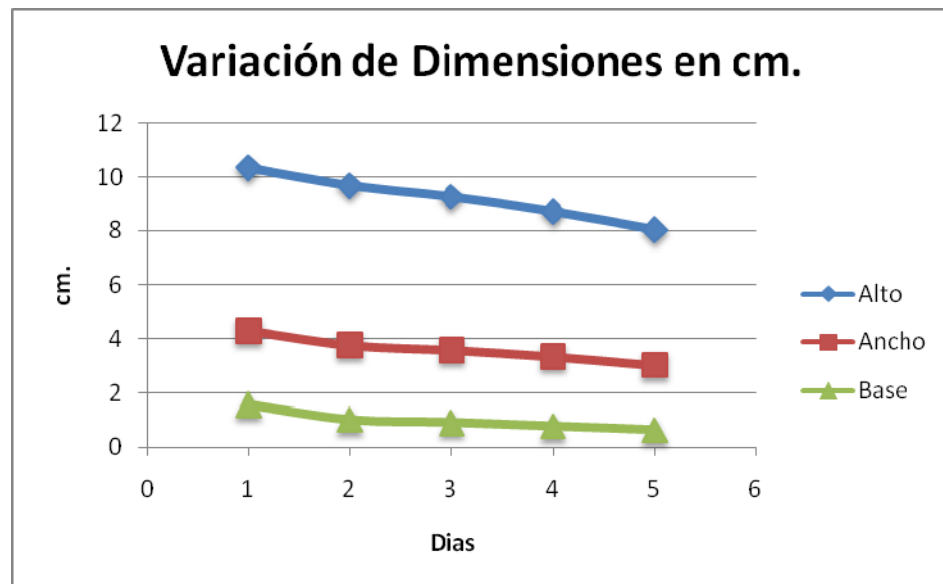
DIA	OBSERVACIONES
1	Estado Normal. Olor ligeramente dulce.
2	Aspecto rugoso. Evidente deshidratación. Olor a almidón. Abolladura al costado, olor a almíbar y supura líquido.
3	Decolorado, arrugado. Se comienza a oscurecer la Base. Sección de la base negra, secas las raíces. Sección seca y color blanquecino.
4	Deshidratado sin olor. Decolorado. Desarrollo mohos blanquecinos apreciables en superficie. Material blanquecino y pegajoso al contacto.
5	Notable reducción de tamaño. Pérdida de brillo. Se aprecian rasgos negruzcos acentuados en la superficie. Arrugado y aspecto gomoso.

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Figura 2.2: Características físicas de la Zanahoria Amarilla.



Figura 2.3: Variación de dimensiones de la zanahoria Amarilla.



Características Químicas:

Se efectuaron ensayos para la caracterización química de la materia prima, para lo cual se procesaron las muestras, mediante la reducción de tamaño de la zanahoria amarilla, en la tabla 5 se muestran los resultados de dicha caracterización y en el Apéndice C se detalla los cálculos realizados.

Tabla 5. Propiedades Químicas de la Zanahoria Amarilla.

ANALISIS	RESULTADOS
pH	$5,315 \pm 0,0049$
Acidez	$0.026 \pm 0,005 \%$
Humedad	$86,715 \pm 0,278 \%$
Humedad Final	$90,67 \pm 0.10 \%$
Cenizas	$0,765 \pm 0,0047 \%$
Grasas	$0,315 \pm 0,23 \%$
Proteínas	$1,126 \pm 0,39 \%$
Carbohidratos	$6,986 \pm 0,0315\%$

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plua, 2011.

Las figuras 2.4 y 2.5 muestran las Variaciones del pH y del % de Acidez de la zanahoria amarilla en relación al tiempo.

Figura 2.4: Variación de pH de la zanahoria Amarilla en relación al tiempo.

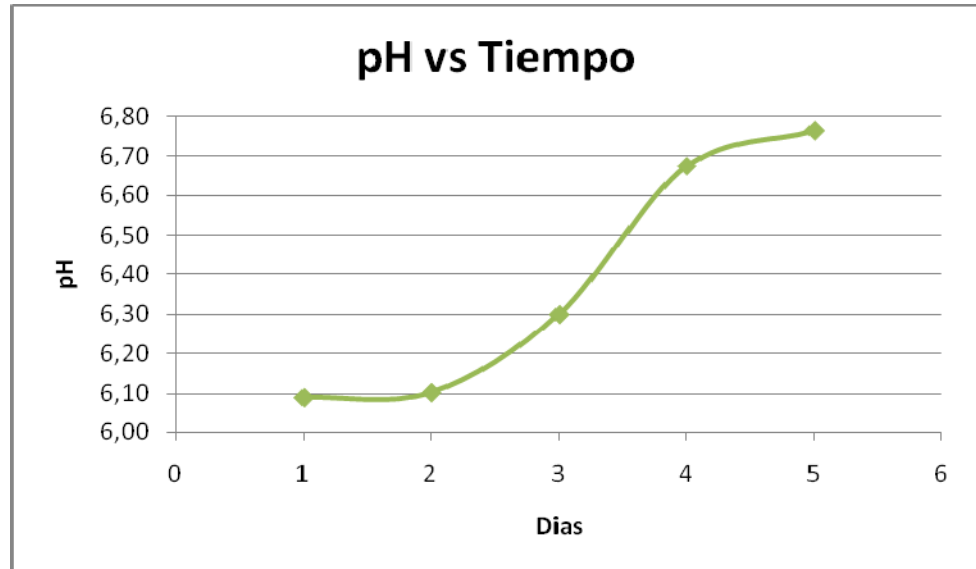
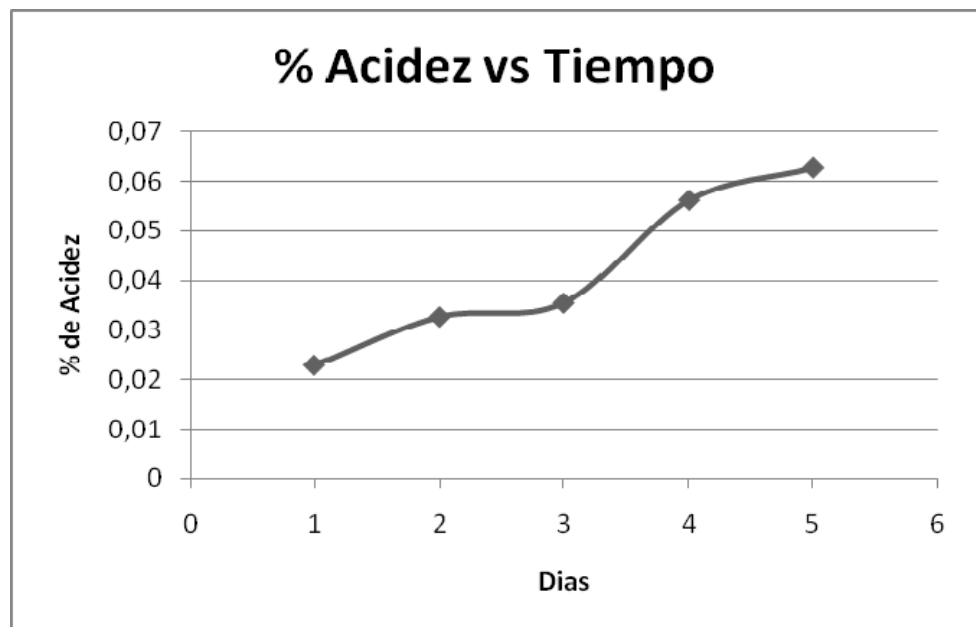


Figura 2.5: Variación del % de Acidez de la zanahoria Amarilla en relación al tiempo.



2.2 Metodología de trabajo

Proceso de elaboración de harina

Recepción: La materia prima (Zanahoria Amarilla) se recibió previa inspección, luego se tomó el peso para establecer parámetros de rendimiento para el proceso de la harina.

Lavado: Se hizo un lavado con agua a la materia prima para impedir todo tipo de agentes extraños y además para eliminar los olores y sabores extraños que puedan afectar o disminuir la calidad del producto final.

Triturado: En esta etapa se procedió a rayar la zanahoria amarilla para disminuir el espacio en el área de las bandejas y aumentar la eficacia de la velocidad del aire caliente del secador.

Secado: El secado de la zanahoria amarilla se realizó mediante un secador de bandeja de cámara metálica rectangular (armario), de fabricación a pequeña escala de marca Gunt Hamburg.

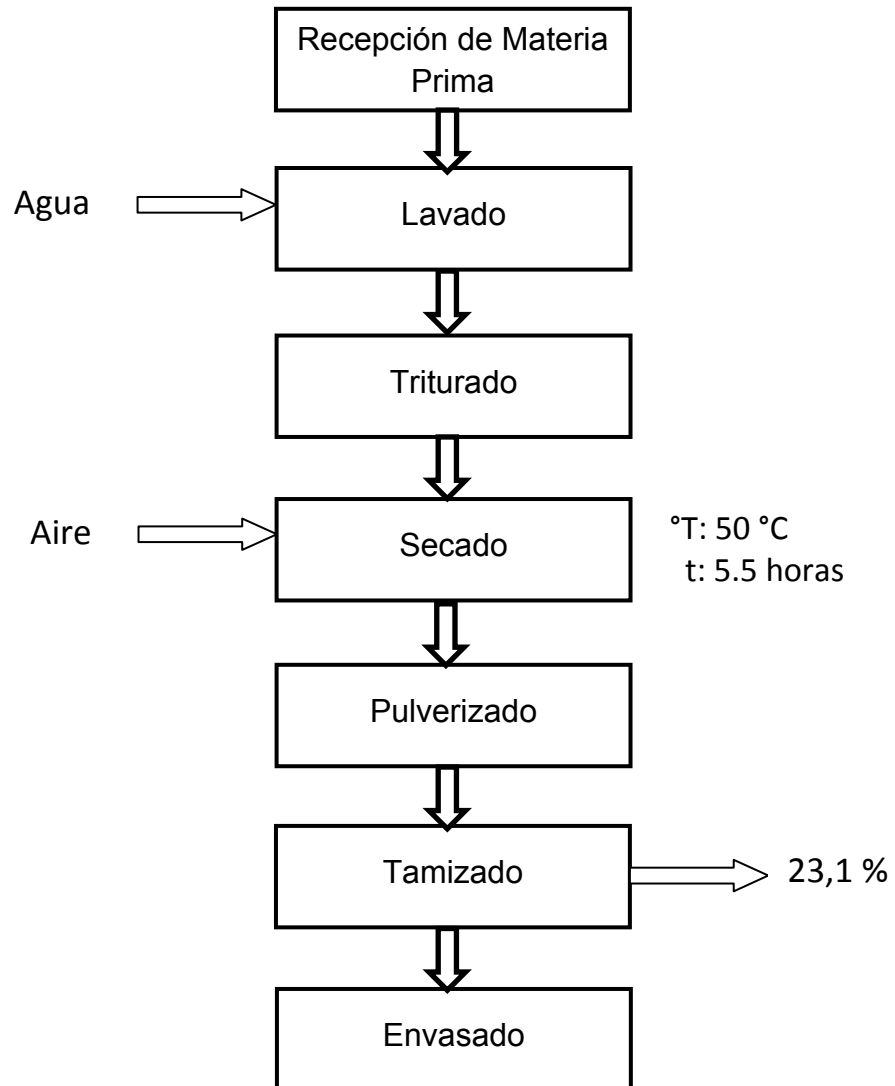
Pulverizado: En esta operación se redujo el tamaño del material seco, transformándolos a partículas mucho más pequeñas mediante un molino CYCLONE SIMPLE MLL marca UDY, para su posterior etapa.

Tamizado: Se procedió a pasar el polvo fino por una serie de mallas para determinar su granulometría.

Envasado: Una vez obtenida la harina de zanahoria amarilla se envasó en fundas de polietileno para su posterior caracterización. Para una mayor duración se debió almacenar en ambiente seco y libre de humedad, además se debe evitar la exposición a la luz solar por motivos de la oxidación.

En la figura 2.6 se muestra el diagrama de flujo el proceso de elaboración de harina de zanahoria amarilla.

Figura 2.6: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de zanahoria amarilla



Elaborado por Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

2.2.1 Ensayos Físico – Químicos

En la tabla 6 se indica los ensayos físico – químicos realizados y su respectivo equipo y método.

Tabla 6: Ensayos físico – químicos

Parámetro	Equipo	Método
pH	pHmeter OAKTON – Modelo Series pH 510	AOAC Oficial Method 943.02
Acidez Titulable	Titulación	AOAC Oficial Method 942.15
Humedad	Termo Balanza Gravimétrica Kern MLB 50-3	AOAC Oficial Method 967.19
Cenizas	Mufla-Termo Scientific FB1315M	AOAC Oficial Method 923.03
Actividad de Agua	Medidor de Aw AQUALAB 3TE	AOAC Oficial Method 32.005
Grasa Total	Batería Soxhlet –Quimis Q308168	AOAC Oficial Method 2003.05
Proteínas	Digestor Kjeldahl – Remadel Macro Kjeldahl	AOAC Oficial Method 920.152
Granulometría	Tamizador RX 22 (25A–2A)	NTE INEN 517

Elaborado por Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

2.2.2 Secado

En la siguiente tabla se indica las características del Secador de Bandejas, utilizado para la obtención de harina de zanahoria amarilla.

Tabla 7: Características del secador de bandejas.

Equipo: Secador	
Modelo	Secador de bandejas
Marca	Gunt Hamburg
Características del secador:	
Velocidad de Aire	4,19 m/s
% Humedad Relativa del Aire	26 %
Temperatura	50 ± 2 °C
Características de las bandejas:	
Ancho	36,2 cm
Largo	28,5 cm
Número de bandejas	4
Área	0,41268 m ²

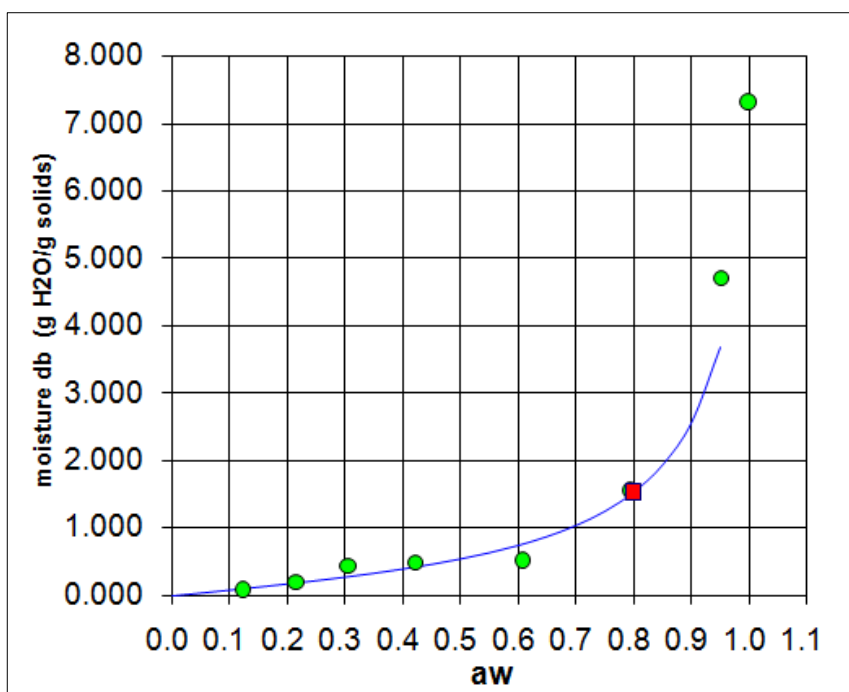
2.3 Isotermas de absorción

Una isoterma nos indica la cantidad de agua absorbida o adsorbida en el componente, con una actividad de agua conocida o presión de vapor relativa cuando está en equilibrio. La Isoterma fue obtenida por el

método isopiéstico utilizando los equipos de medición de Actividad de agua (AquaLab) y el determinador de humedad (Kern y Sohn GmbH) para obtener así los datos de humedad inicial y actividad de agua de la zanahoria amarilla.

Los resultados fueron ajustados a la ecuación de GAB mediante el uso del programa Wáter Analyser, la figura 2.7 muestra la isoterma de adsorción de la harina de la zanahoria amarilla y en el Apéndice D se encuentran los datos para la elaboración de dicha Isoterma.

Figura 2.7: Isoterma de Adsorción de la zanahoria amarilla.



Utilizando el modelo de GAB, se determinó que el valor de la monocapa de BET es 0.4655 g de agua/ g s.s. y con un R^2 de 0,945726.

2.4 Proceso de secado

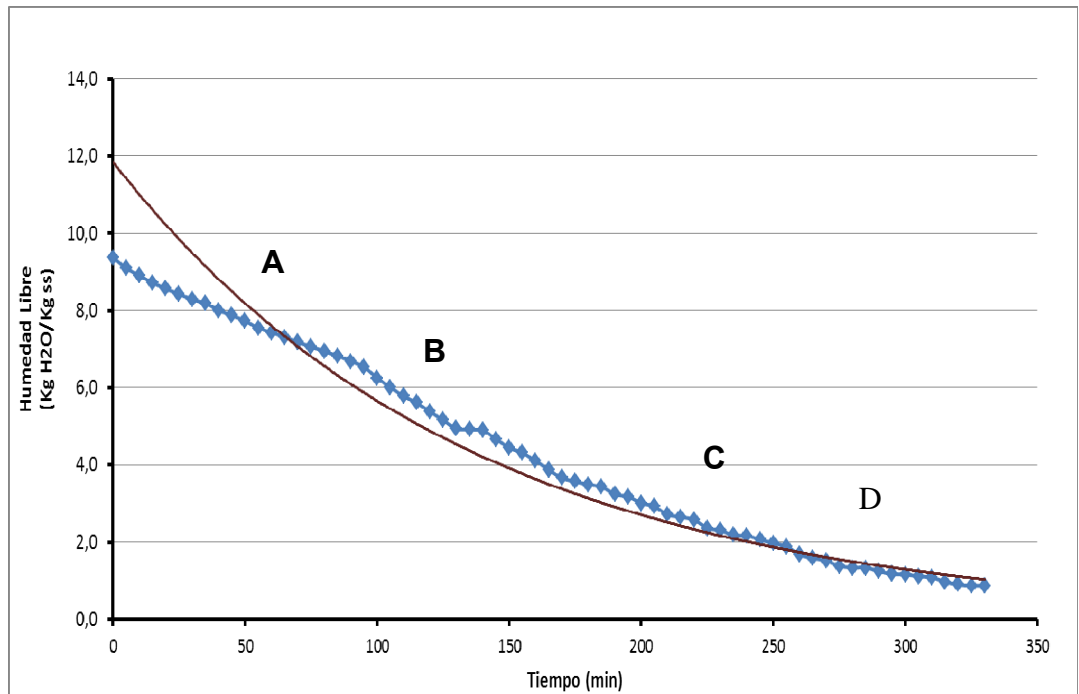
En el proceso de secado se colocó una fina capa de 0.3 mm de materia prima procesada en bandejas de aluminio para su respectivo secado. Los datos del peso, temperatura, velocidad de aire y humedad relativa fueron tomados en periodos de tiempo seguidos (cada 5 minutos). Una vez superado el descenso crítico del peso, se registran los parámetros antes mencionados a mayores intervalos de tiempo.

Con cada dato registrado se procederá a la elaboración de las curvas de secado y de velocidad de secado. En el Apéndice E se registra los valores del proceso de secado de la zanahoria amarilla.

2.4.1 Curvas de secado

En la gráfica 2.11 de humedad libre vs. Tiempo consta 4 puntos, donde: A: Contenido inicial de humedad libre, A-C: Velocidad constante, se elimina la mayor cantidad de humedad del producto, C-D: Período de velocidad decreciente

Figura 2.8: Humedad Libre vs. Tiempo.



Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Velocidad de Secado

Para calcular la Velocidad de secado se aplicaron las siguientes ecuaciones:

Cálculo del Peso de sólidos secos.

$$W_s = (W * \% S.S) / 100$$

Ec. 1

Donde:

Ws: Peso de sólidos secos

W: masa inicial de la muestra

%S.S: porcentaje de sólidos secos en la muestra

Cálculo de humedad en base seca.

$$X_t = (W - W_s) / W_s$$

Ec. 2

Donde:

X_t = Humedad en base seca de la muestra.

W = Peso de la muestra.

Ws= Peso de sólidos secos.

Determinación la humedad libre.

$$X = X_t - X^*$$

Ec. 3

Donde:

X = Humedad Libre

 X_t = Humedad en base seca de la muestra X^* = Humedad de equilibrio de la muestra

La humedad de equilibrio se la obtuvo usando la carta psicrométrica, entrando con temperatura y humedad relativa del ambiente, llegando hasta la temperatura del aire de secado, de esta manera obtuvimos la %HR en este punto (ver Apéndice F). Con este dato, se ingresa a la gráfica de la isoterma por el lado de A_w , y se determina la humedad de equilibrio (Ver Apéndice G).

Determinación de la velocidad de secado

$$R_c = - (W_s / A) (\Delta x / \Delta t)$$

Ec. 4

Donde:

Rc = Velocidad de secado

W_s = Peso de sólidos secos

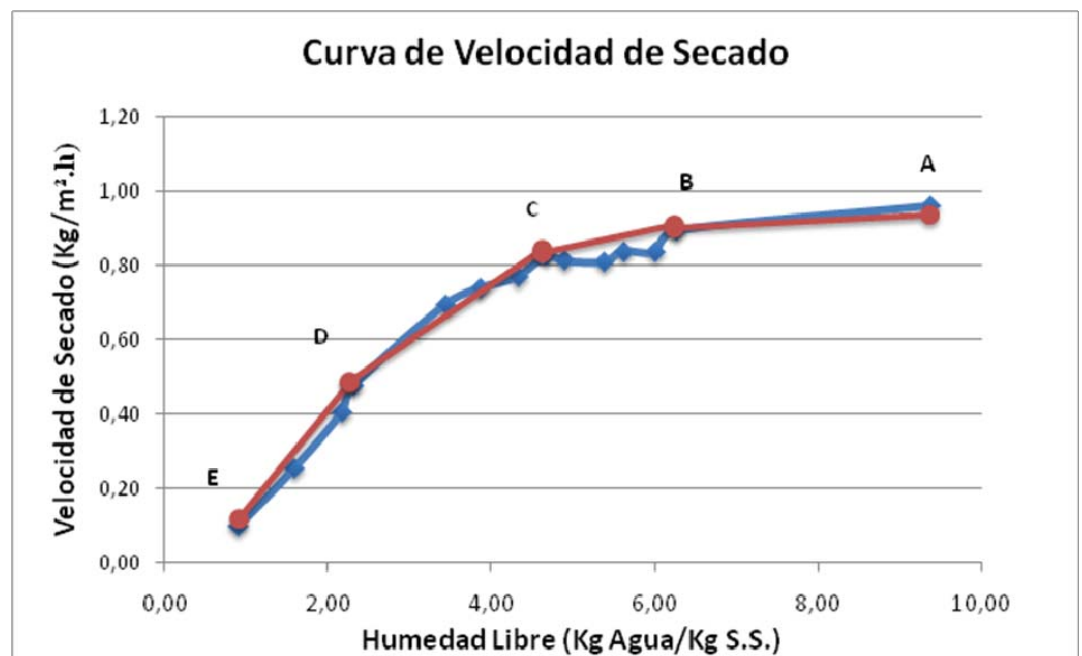
A = Área superficial de la muestra

Δx = Diferencial de humedad libre media

Δt = Diferencial de intervalos de tiempo

Con estos resultados se procede a graficar las curvas de secado, la cual se muestra en la Figura 2.9. En el Apéndice H se muestran la Curva de Secado con todos los valores.

Figura 2.9: Curva de Secado



Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa. 2011

En la curva de secado en el intervalo A-B indica la extracción de la humedad libre en el producto. En los puntos B–C se observa el período de velocidad constante, la humedad se mantiene entre el rango de 0,8956 y 0,8287 Kg de agua/Kg s.s a partir de esta punto se da inicio al periodo de velocidad decreciente y por lo tanto la Humedad Crítica del producto. En el período D - E se observa un segundo descenso, el cual es conocido como segundo período decreciente hasta llegar a una Humedad de equilibrio.

2.5 Caracterización de la harina

La harina de Zanahoria Amarilla (*Daucus carota*), tiene una coloración anaranjada, como se puede apreciar en la figura, de la gama de colores pantone 463U.

Figura 2.10: Color 413 U Pantone de la Zanahoria Amarilla



En la tabla 8 se muestra los ensayos físico – químicos realizados a la harina obtenida de la Zanahoria Amarilla.

Tabla 8: Ensayos físico- químicos de la harina de Zanahoria Amarilla

ANALISIS	RESULTADO
pH	5,28 +/- 0,041
Humedad	6,29 +/- 0,90 %
Humedad Final	6,06 +/- 0,82 %
Actividad de agua (25°C)	0,34 +/- 0,038
Ceniza	7,62 +/- 0,17 %
Grasa	0,71 +/- 0,0057 %
Proteína	10,73 +/- 0,45 %
Carbohidrato	45,79 +/- 0,71 %
Vitaminas y minerales	28,86 %

Elaborado por: Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

Granulometría

La granulometría es un parámetro crítico para las harinas y polvos. Se utilizaron las mallas N° 50, 70, 100, 140 y 200. El tamizado se realizó por 5 minutos, al final se pesó cada tamiz determinando la cantidad de material retenido y el porcentaje de partículas que pasaron cada malla. Además constatamos que el 76,9% de la harina, pasó la malla número 70 ajustado a la norma NTE INEN 517 (ver Apéndice I).

En la tabla 9 se muestra el porcentaje de masa retenida y la malla utilizada.

Tabla 9: Granulometría - Masa retenida de Harina de la Zanahoria Amarilla.

Malla	Masa Retenida %
50	23,29
70	23,43
100	14,19
140	17,74
200	7,90

Elaborado por Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

En la tabla 10, se registran los resultados del análisis granulométrico realizado a la harina de zanahoria amarilla.

Tabla 10. Análisis granulométrico de harina de Zanahoria Amarilla.

Clase	Malla (N° Tamiz)	Masa Retenida (g)	▲ Xi	Xi	Yi	Diámetro superior (mm)	Dpi (mm)	▲ Xi/ Dpi	Diametro Reboux
1	50	34,8	0,231	1	0	0,300	0,255	3,922	0,06
2	70	35	0,232	0,768	0,232	0,210	0,180	4,277	
3	100	21,2	0,141	0,627	0,373	0,149	0,127	4,938	
4	140	26,5	0,176	0,451	0,549	0,105	0,093	4,878	
5	200	11,8	0,078	0,373	0,627	0,080		-	
6	Fondo	21,4	0,142	0,231	0,769				
Total		150,7						18,015	

Elaborado por Karla Aragundi y Byron Plúa, 2011.

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 faltó 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.

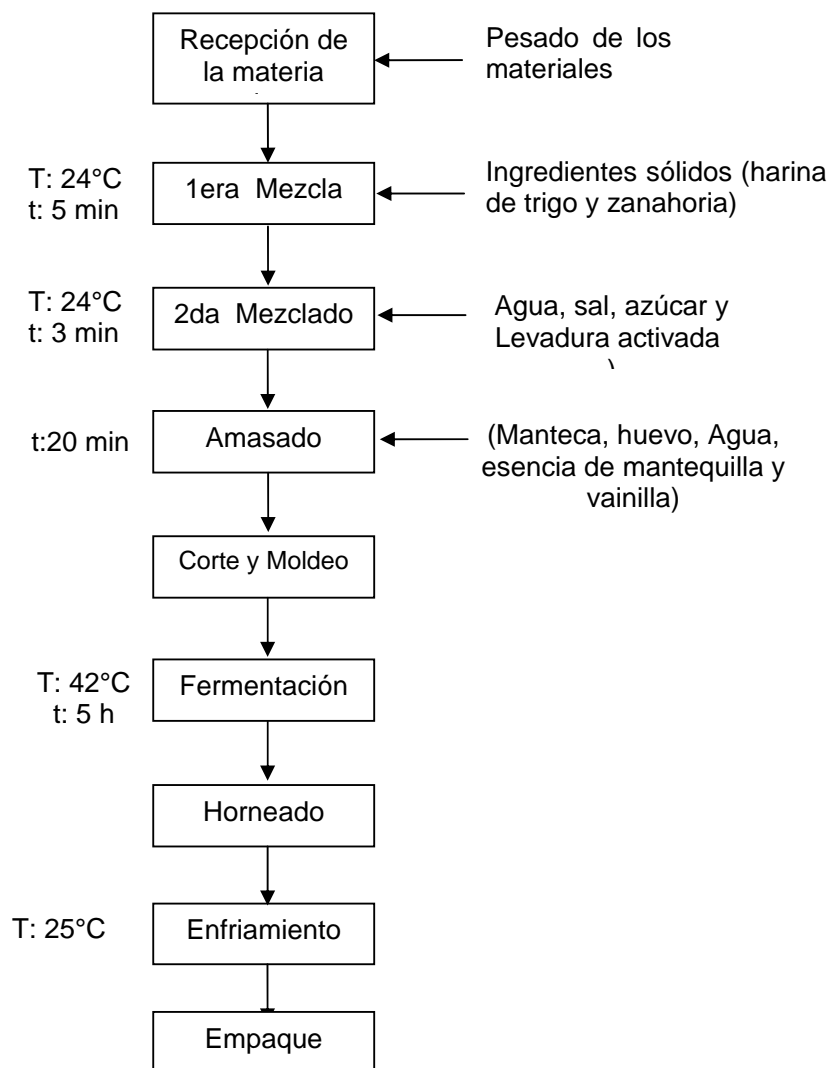
Harina total	400 g
Masa de pan total	730 g
Peso de unidades de pan	40 g

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.

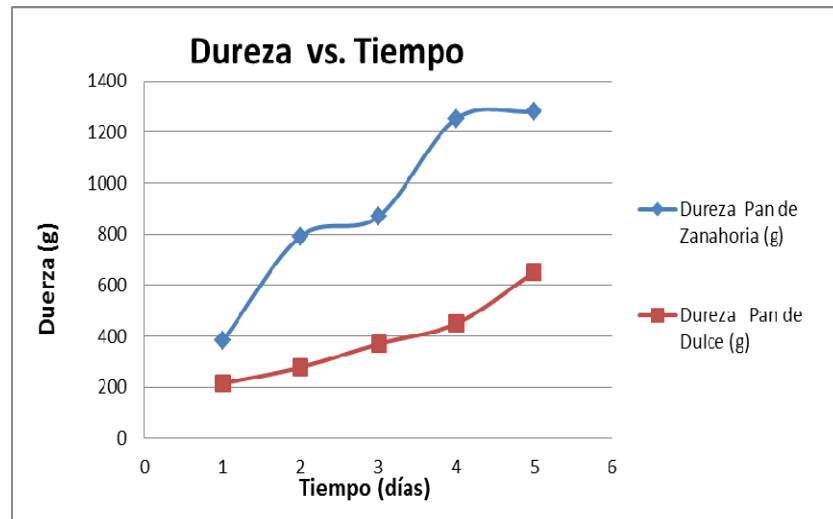
PAN DE ZANAHORIA AMARILLA							
		SUSTITUCIÓN		D	D2	t	Valor crítico
		20%	15%				
SABOR	Total	94	131	37	97	5,07	2,045
	Media	3,13	4,37				
COLOR	Total	77	128	51	121	8,56	2,045
	Media	2,57	4,27				
OLOR	Total	117	138	21	39	4,18	2,045
	Media	3,9	4,6				
TEXTURA	Total	53	139	86	15,57	15,57	2,045
	Media	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 porción : 1 unidad (40 g)		
Porciones por envase: 6		
Cantidad porción		
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	<p>Aspecto externo: La pieza de pan de zanahoria amarilla tiene la forma característica a un pan de dulce.</p> <p>Color externo: La corteza y la superficie son uniformes, presentan un color ligeramente dorado a café.</p> <p>Color interno: La miga es levemente café, con un matiz uniforme y sin manchas.</p> <p>Olor: Es muy intenso a zanahoria de característica muy agradable.</p> <p>Sabor: Es muy parecido al pan de dulce, sabor agradable no es salado ni ácido.</p> <p>Textura exterior: La corteza presenta una costra regular y de textura suave y firme.</p> <p>Textura interior: La miga es consistente, suave y esponjosa con agujeros pequeños y uniformes por lo que presenta un correcto leudado.</p>
1	<p>Color externo: La corteza y la superficie siguen siendo uniformes, presentan un color ligeramente dorado a café.</p> <p>Color interno: La miga continúa siendo café, con un matiz uniforme y sin manchas.</p> <p>Olor: Sigue siendo muy intenso a zanahoria de característica muy agradable.</p> <p>Sabor: Es muy agradable, no presenta mal sabor ni acidez.</p> <p>Textura exterior: La corteza presenta una costra regular y de textura ligeramente suave y más firme.</p> <p>Textura interior: La miga es más consistente, suave y esponjosa durante la masticación.</p>
2	<p>Color externo: Presenta un color ligeramente dorado a café y uniforme.</p> <p>Color interno: La miga continúa ligeramente café, con un matiz uniforme y sin manchas.</p> <p>Olor: Esta con un olor poco intenso a zanahoria de característica agradable.</p> <p>Sabor: Es un poco menos intenso a zanahoria, no presenta mal sabor.</p> <p>Textura exterior: La corteza presenta una costra regular y de textura no tan suave pero si firme.</p>

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

	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.

CAPÍTULO 4

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Para nuestro proyecto escogimos como producto base la zanahoria amarilla (*Daucus Carota*) debido a que existe una gran producción en el país de 28.130 toneladas al año de este tubérculo, siendo el 96,1 % destinado al consumo interno. Además de su importante valor nutricional en la ingesta diaria, en especial por su gran aporte de fibra, azúcares y vitaminas.

La harina de zanahoria amarilla obtenida constituye una alternativa de sustitución parcial del 15 % de la harina de trigo en la elaboración de pan

de dulce, dicho porcentaje de harina brindó las propiedades reológicas para la formación de la masa, y con la ayuda del 0,55% de Gluten y Mejorador se logró mejorar la miga y la textura, sin embargo el pan resultó tener una mayor dureza que el pan de dulce tradicional, lo cual no fue un aspecto negativo en la evaluación sensorial, y gracias a estos resultados se definió la fórmula con mayor nivel de agrado, concluyendo que el pan elaborado con el 15% de harina de zanahoria amarilla era la mejor opción en todas las características sensoriales.

El pan obtenido con la sustitución parcial de harina de zanahoria amarilla posee un leve incremento en el valor nutricional en comparación con el pan de dulce tradicional. Un pan elaborado con harina de zanahoria amarilla posee 69,5% de Carbohidratos, 20,4% de Grasa y 10,1% de Proteínas. A diferencia del pan de dulce tradicional que posee 57,8% de Carbohidratos, 2,2% de Grasa y 9,1% de Proteínas, con esta comparación evaluamos que nuestro pan tiene un aumento del 11,7% de Carbohidratos, 18,2% de Grasas y 1% de Proteínas, aportando con 109,32 Kcal en la ingesta diaria.

En base a los datos obtenidos durante una semana para determinar la vida útil, se puede observar que el pan de zanahoria amarilla presentó una dureza 50% mayor a la de un pan de dulce tradicional, debido a la cantidad de fibra que contiene que es del 4,16%, además cabe indicar que en el primer y tercer día existió una mayor pérdida de humedad y en el sexto día presencia de mohos, lo cual es muy similar al comportamiento del pan de dulce tradicional.

En cuanto al aspecto económico, por cada pan se utiliza normalmente 22 gramos de harina de trigo, gracias a nuestro proyecto se logró disminuir 6 gramos por cada pan elaborado.

Recomendaciones

Antes de cada proceso de secado se debe dar una correcta limpieza de la zanahoria amarilla ya que puede producir un desagradable sabor residual en el momento de obtener los resultados del pan final.

Se recomienda utilizar la harina de zanahoria amarilla en productos de pastelería, panadería y en la elaboración de sopas instantáneas.

Por su alto contenido nutricional se recomienda para la dieta de personas con sobrepeso ya que este producto calma la ansiedad de comer, y también se recomienda para desayuno escolar y personas en crecimiento.

Considerando la gran cantidad de agua presente en la zanahoria amarilla recomendamos realizar antes del proceso de secado, un proceso de extracción a fin de aprovechar la parte líquida del tubérculo y poder emplearlo en otro proceso como elaboración de jugos.

APÉNDICE A

Norma INEN para pan común

Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 95:1979 Primera Revisión
<p style="text-align: center;">1.OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGÍA</p> <p>2.1 Pan común. Es el pan de miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.</p> <p>2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la NTE INEN 93.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las NTE INEN correspondientes.</p> <p>3.2 El pan común debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS DEL PRODUCTO</p> <p>4.1 Componentes. La masa para la cocción del pan común debe prepararse con los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral,b) agua potable,c) levadura activa, fresca o seca,d) sal comestible,e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura,f) grasa comestible (animal o vegetal),g) aditivos autorizados. <p>4.2 Características organolépticas.</p> <p>4.2.1 El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.</p> <p>4.2.2 Corteza. El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.</p> <p>4.2.3 Miga. La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

4.2.4 Tamaños. El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes, de acuerdo con las formas establecidas en la NTE INEN 94.

4.2.5 Sólidos totales. El contenido de sólidos totales, determinado de acuerdo con el método descrito en el Anexo A, no debe ser menor del 65% para el pan blanco, del 65% para el pan semi-integral y del 60% para el pan integral.

4.2.6 Acidez. La acidez determinada de acuerdo con el método descrito en el Anexo B debe estar entre 5,5 y 6,0 para los tres tipos de panes.

4.2.7 Humedad. La humedad determinada de acuerdo con el Anexo A no debe ser mayor del 35% para el pan blanco, del 35% para el pan semi-integral y del 40% para el pan integral.

4.2.8 Para efectos de comercialización, el pan debe venderse al peso, de acuerdo a la siguiente escala de números preferidos: 20g, 30g, 50g, 100g, 200g, 300g, 500g, y 1 000g.

4.2.9 Las tolerancias permitidas en el peso, de acuerdo con el numeral 4.2.8, serán del 10% para panes de hasta 50g de peso y del 5% para los demás.

5. MUESTREO

5.1 Las muestras deben extraerse dentro de las 24h después que el producto haya salido del horno.

5.2 Para la verificación del peso se tomarán muestras de diez a quince unidades, en el caso de panes de hasta 50g de peso individual, y de tres panes en los otros casos. El peso promedio se determinará en cada caso.

6. MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE

6.1 El pan común debe ser envasado en las panaderías en fundas individuales, que contengan un número adecuado que facilite su comercialización

6.2 Las fundas o envolturas deben ser de papel especial o plástico, resistente a la acción del producto, no deben alterar sus características organolépticas o su composición; además, proporcionarán una adecuada protección ante la contaminación externa.

6.3 Las fundas o envolturas deben marcarse con el peso, precio, número de registro sanitario, designación del producto, marca comercial registrada y otra información complementaria opcional.

(Continúa)

ANEXO A

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS
TOTALES EN EL PAN**A.1 Instrumental.**

A.1.1 Estufa provista de regulador de temperatura.

A.1.2 Balanza analítica.

A.1.3 Cápsulas de porcelana.

A.1.4 Mortero.

A.2 Disposiciones generales.

A.2.1 La determinación debe realizarse dentro de las 30h, después que el pan haya salido del horno.

A.3 Preparación de la muestra.

A.3.1 Cortar, de cada uno de los panes, una sección correspondiente a su octava parte, si el pan es redondo, o a su cuarta parte, si es alargado (ver NTE INEN 94).

A.3.2 Rebanar las secciones cortadas y luego cortar cada rebanada en trozos pequeños y de forma cúbica.

A.4 Procedimiento.

A.4.1 Pesar una cantidad de muestra preparada no menor de 50g y registrar tal valor como m_1 .

A.4.2 Calentar la porción pesada en una estufa a 40°C durante un tiempo no menor de 4h, pero suficiente para que la porción se endurezca y pueda ser desmenuzada.

A.4.3 Sacar la porción de la estufa y dejar a temperatura ambiente durante 3h; pesar y registrar tal valor como m_2 .

A.4.4 Moler en un mortero el material seco, mezclarlo y transferir una cantidad de aproximadamente 5g (que se registra como m_3) a una cápsula de porcelana.

A.4.5 Calentar la cápsula con su contenido en una estufa a 130°C durante una hora, determinar su masa final y registrar tal valor como m_4 .

A.5 Cálculos.

A.5.1 El contenido de sólidos totales se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{m_2 - m_4}{m_1 - m_3} \times 100$$

(Continúa)

Siendo:

S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa.
 m_1 = masa de la muestra usada en la determinación, en g.
 m_2 = masa de la muestra después de la desecación a 40°C, en g.
 m_3 = masa de la porción antes de la desecación a 130°C, en g.
 m_4 = masa de la porción después de la desecación a 130°C, en g.

A.5.2 El contenido de humedad se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$H = 100 - S$$

Siendo:

H = contenido de humedad en porcentaje de masa.
S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa

(Continúa)

APÉNDICE B

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

PROPIEDADES FISICAS INICIALES			
MED.	ALTO	ANCHO	BASE
1	12	4,7	0,9
2	8	3,7	1,9
3	8,2	4,5	1,2
4	9,5	5	4,7
5	10,2	4,1	1,5
6	9,5	4	1,8
7	5,9	4,2	2,8
8	10,8	4,5	2
9	10,9	4,6	2
10	10	4,1	2
11	7,4	3,3	2,3
12	9,5	5,8	1,9
13	10,1	4,4	2
14	9,6	4,4	1,7
15	8,5	3,5	0,7
16	9,2	5,9	5,2
17	9,3	3,6	1,2
18	6,9	3,2	1,9
19	9	3,7	0,8
20	11	4,3	1,4
21	7,9	3,3	1,2
22	7,9	5,1	3,1
23	10	4,1	1,1
24	8,5	3,3	1,2
25	8,4	3,1	0,9
26	10	4,4	2
27	8,2	5,3	3,2
28	8,3	4,1	1,5
29	9,3	3,8	2,2
30	7,8	4,7	3,4
31	9,1	5,4	3,9
32	9,8	4,2	2,5

33	7,6	3,5	2,5
34	7,2	3,3	1,6
35	5,8	3	1,5
36	9,1	4,4	1
37	10	4	1,7
38	9,3	3,9	1,4
39	8,3	4,5	2,6
40	7,9	3,6	2,1
41	9,1	3,2	0,8
42	9,3	3,9	1,2
43	8,6	5,7	2,6
44	7,6	4	2
45	11,3	3,9	1,2
46	12,1	4,7	1,6
47	10,3	4,7	1,6
48	10,2	3,4	1,2
49	10,1	4,4	1,7
50	10	4,6	1
PRM	9,1	4,2	1,9

PROPIEDADES FISICAS DIA 1			
MED.	ALTO	ANCHO	BASE
1	10	4,5	1,8
2	10,4	4	1,9
3	9,7	4,6	1,5
4	10,8	4,3	1,2
5	10,8	4,1	1,5
PRM	10,34	4,3	1,58

APENDICE C

PROPIEDADES QUIMICAS DE LA ZANAHORIA AMARILLA

pH	M1	M2	Promedio
	5,31	5,32	5,315

Acidez	V. Consumido	Peso Muestra	Normalidad	FACTOR (mEq)	% Acidez	pH Final
	0,50	5,00	0,153	0,17612	26,95	8,3

Humedad Final	Peso Inicial	Peso Final	T °C	Tiempo	Humedad	Promedio
	1,608	0,165	141	34,08	90,57	
	1,527	0,1409	141	68,15	90,77	

Cenizas	Medición	Capsula	Muestra	Incinerado	Cenizas	% Cenizas	PROMEDIO
	1	37,836	10,0513	37,9131	0,008	0,767	
	2	32,8464	10,1452	32,9235	0,008	0,760	
	3	37,1464	10,0314	37,2235	0,008	0,769	

Grasas	Medición	Balón	Balón y Residuo	Muestra	% Grasa Cruda	Promedio
	1	111,2968	111,3124	5,1080	0,305	0,315
	2	110,6471	110,6637	5,3802	0,309	
	3	110,6472	110,6653	5,4865	0,330	

Proteínas	Repetición	Código	Característica	Muestra	ml de H2SO4	N H2SO4	ml de NaOH	N NaOH	% Proteína Total	PROM PAR	PROM
	1	1A	Cruda	1,2279	25	0,1	22,9	0,0956	1,43	1,40	1,13
	2	1A1	Cruda	1,2279	25	0,1	23,0	0,0956	1,36		
	1	1B	Cruda	1,1517	25	0,1	23,1	0,0956	1,38	1,34	
	2	1B1	Cruda	1,1517	25	0,1	23,2	0,0956	1,31		
	1	2A	Seca	1,0955	25	0,1	24,2	0,0956	0,61	0,64	
	2	2B	Seca	1,1289	25	0,1	24,1	0,0956	0,67		

CONSUMO NAOH			
Código	INICIAL	FINAL	ml de NaOH
1A	0	5,6	5,6
1A1	5,6	11,2	5,6
1B	11,2	15	3,8
1B1	15	19,3	4,3
2A	33,1	40,1	7
2B	40,1	47,4	7,3

APENDICE D

DATOS PARA ELABORAR LA ISOTERMA.

#	tiempo	Peso inicial (g)	% Hi	Agua Inicial (g)	Peso final (g)	w (Agua Perdida)	% Hbh	Aw	Temperatura (°C)
1	0 hora	10,4178	0,9077	9,4563	8,0073	2,4106	0,8799	0,998	26
2	1 hora	8,0073	0,8799	7,0457	6,8952	1,1121	0,8605	0,996	25
3	1,5 horas	6,8952	0,8605	5,9336	5,4896	1,4056	0,8248	0,991	25
4	2 horas	5,4896	0,8248	4,5280	2,9629	2,5267	0,6755	0,983	25
5	2,5 horas	2,9629	0,6755	2,0013	2,4568	0,5061	0,6086	0,794	25
6	3 horas	2,4568	0,6086	1,4952	2,4536	0,0032	0,6081	0,772	25
7	3,5 horas	2,4536	0,6081	1,4920	1,5239	0,9297	0,3690	0,601	25
8	4 horas	1,5239	0,3690	0,5623	1,4611	0,0628	0,3419	0,459	25
9	4,5 horas	1,4611	0,3419	0,4995	1,4260	0,0351	0,3257	0,311	25
10	5 horas	1,4260	0,3257	0,4644	1,3867	0,0393	0,3066	0,293	25
11	5,5 horas	1,3867	0,3066	0,4251	0,5656	0,8211	-0,7001	0,292	26

APENDICE E

VALORES DEL PROCESO DE SECADO DE LA ZANAHORIA AMARILLA

#	Tiempo (h)	Tiempo (min)	Peso (g)	Peso (Kg)	humedad base seca Xt	Humedad libre X	X medio	ΔX	Δt (horas)	Velocidad de secado Rc= - (Ws/A)*($\Delta x/\Delta t$)	Flujo (m/s)	T (C)	Humedad (%RH)
1	1	0	1330	1,33	9,6045	9,369	9,2375	-0,2639	0,0833	0,9625	0,49	74,7	9,7
2		5	1296,9	1,2969	9,3405	9,106	9,0091	-0,1930	0,0833	0,7037	0,51	74,6	9,6
3		10	1272,7	1,2727	9,1476	8,913	8,8173	-0,1906	0,0833	0,6950	0,5	71,8	10,1
4		15	1248,8	1,2488	8,9570	8,722	8,6455	-0,1531	0,0833	0,5583	0,5	69,4	10,7
5		20	1229,6	1,2296	8,8039	8,569	8,4984	-0,1411	0,0833	0,5147	0,5	67,3	11,4
6		25	1211,9	1,2119	8,6628	8,428	8,3620	-0,1316	0,0833	0,4798	0,5	68,4	11
7		30	1195,4	1,1954	8,5313	8,296	8,2432	-0,1060	0,0833	0,3867	0,5	67,3	11,4
8		35	1182,1	1,1821	8,4252	8,190	8,1005	-0,1794	0,0833	0,6543	0,5	68,7	11
9		40	1159,6	1,1596	8,2458	8,011	7,9418	-0,1379	0,0833	0,5031	0,48	65,1	12
10		45	1142,3	1,1423	8,1079	7,873	7,8051	-0,1355	0,0833	0,4943	0,51	63,2	12,3
11		50	1125,3	1,1253	7,9723	7,737	7,6456	-0,1834	0,0833	0,6688	0,54	61,1	13,4
12		55	1102,3	1,1023	7,7889	7,554	7,4945	-0,1188	0,0833	0,4333	0,53	61,6	13,2
13		60	1087,4	1,0874	7,6701	7,435	7,3761	-0,1180	0,0833	0,4304	0,51	59,4	14,2
14	2	65	1072,6	1,0726	7,5521	7,317	7,2490	-0,1363	0,0833	0,4972	0,54	60,7	13,6
15		70	1055,5	1,0555	7,4158	7,181	7,1250	-0,1116	0,0833	0,4071	0,52	61,2	13,5

16		75	1041,5	1,0415	7,3042	7,069	7,0122	-0,1140	0,0833	0,4158	0,52	63,2	12,6
17		80	1027,2	1,0272	7,1901	6,955	6,8938	-0,1228	0,0833	0,4478	0,49	64,2	12,2
18		85	1011,8	1,0118	7,0674	6,832	6,7614	-0,1419	0,0833	0,5176	0,49	63,3	12,5
19		90	994	0,994	6,9254	6,690	6,6143	-0,1523	0,0833	0,5554	0,54	63,3	12,5
20		95	974,9	0,9749	6,7731	6,538	6,3990	-0,2783	0,0833	1,0148	0,54	60,5	13,6
21		100	940	0,94	6,4949	6,260	6,1371	-0,2456	0,0833	0,8956	0,55	59,1	14,4
22		105	909,2	0,9092	6,2493	6,014	5,8995	-0,2296	0,0833	0,8375	0,55	60,1	13,9
23		110	880,4	0,8804	6,0197	5,785	5,6998	-0,1698	0,0833	0,6194	0,58	56,7	15,6
24		115	859,1	0,8591	5,8498	5,615	5,4996	-0,2304	0,0833	0,8404	0,56	56,5	15,9
25		120	830,2	0,8302	5,6194	5,384	5,2732	-0,2225	0,0833	0,8113	0,56	57,9	15,2
26	3	125	802,3	0,8023	5,3970	5,162	5,0551	-0,2137	0,0833	0,7793	0,61	54,8	16,9
27		130	775,5	0,7755	5,1833	4,948	4,9355	-0,0255	0,0833	0,0931	0,7	46,2	24,5
28		135	772,3	0,7723	5,1578	4,923	4,9108	-0,0239	0,0833	0,0872	0,67	45,7	24,6
29		140	769,3	0,7693	5,1338	4,899	4,7872	-0,2233	0,0833	0,8142	0,57	57,2	15,4
30		145	741,3	0,7413	4,9106	4,676	4,5620	-0,2272	0,0833	0,8287	0,59	63,2	12,7
31		150	712,8	0,7128	4,6833	4,448	4,3850	-0,1268	0,0833	0,4623	0,61	64	12,4
32		155	696,9	0,6969	4,5566	4,322	4,2159	-0,2113	0,0833	0,7706	0,57	62,9	12,8
33		160	670,4	0,6704	4,3453	4,110	3,9915	-0,2376	0,0833	0,8665	0,59	62,3	13,2
34		165	640,6	0,6406	4,1077	3,873	3,7710	-0,2033	0,0833	0,7415	0,7	61	13,7
35		170	615,1	0,6151	3,9044	3,669	3,6239	-0,0909	0,0833	0,3315	0,72	48,7	21,7
36		175	603,7	0,6037	3,8135	3,578	3,5382	-0,0805	0,0833	0,2937	0,71	46,7	23,4
37		180	593,6	0,5936	3,7329	3,498	3,4656	-0,0646	0,0833	0,2355	0,7	45,8	24,3
38		4	185	585,5	0,5855	3,6684	3,433	3,3381	-0,1906	0,0833	0,6950	0,69	45,6

39		190	561,6	0,5616	3,4778	3,243	3,2109	-0,0638	0,0833	0,2326	0,68	45,5	24,8
40		195	553,6	0,5536	3,4140	3,179	3,0997	-0,1587	0,0833	0,5787	0,67	45,2	25,3
41		200	533,7	0,5337	3,2553	3,020	2,9749	-0,0909	0,0833	0,3315	0,68	44,1	26,1
42		205	522,3	0,5223	3,1644	2,929	2,8214	-0,2161	0,0833	0,7880	0,68	44,2	26,3
43		210	495,2	0,4952	2,9484	2,713	2,6823	-0,0622	0,0833	0,2268	0,72	44,2	25,1
44		215	487,4	0,4874	2,8862	2,651	2,6161	-0,0702	0,0833	0,2559	0,7	44,9	25,2
45		220	478,6	0,4786	2,8160	2,581	2,4762	-0,2097	0,0833	0,7648	0,71	44,3	26,1
46		225	452,3	0,4523	2,6063	2,371	2,3418	-0,0590	0,0833	0,2152	0,73	44,2	26,1
47		230	444,9	0,4449	2,5473	2,312	2,2469	-0,1308	0,0833	0,4769	0,81	40,6	31,2
48		235	428,5	0,4285	2,4165	2,182	2,1776	-0,0080	0,0833	0,0291	0,77	39,4	32,8
49		240	427,5	0,4275	2,4086	2,174	2,1178	-0,1116	0,0833	0,4071	0,53	73,6	10,5
50	5	245	413,5	0,4135	2,2969	2,062	2,0177	-0,0885	0,0833	0,3228	0,56	84,3	8,8
51		250	402,4	0,4024	2,2084	1,973	1,9320	-0,0829	0,0833	0,3024	0,52	94,6	8,1
52		255	392	0,392	2,1255	1,891	1,7869	-0,2073	0,0833	0,7560	0,5	94,5	8
53		260	366	0,366	1,9182	1,683	1,6386	-0,0893	0,0833	0,3257	0,55	94,2	8
54		265	354,8	0,3548	1,8289	1,594	1,5588	-0,0702	0,0833	0,2559	0,54	95,5	7,9
55		270	346	0,346	1,7588	1,524	1,4540	-0,1395	0,0833	0,5089	0,54	96,3	7,7
56		275	328,5	0,3285	1,6192	1,384	1,3615	-0,0454	0,0833	0,1657	0,55	96,9	7,7
57		280	322,8	0,3228	1,5738	1,339	1,3380	-0,0016	0,0833	0,0058	0,54	96,1	7,7
58		285	322,6	0,3226	1,5722	1,337	1,2921	-0,0901	0,0833	0,3286	0,53	95,9	7,7
59		290	311,3	0,3113	1,4821	1,247	1,2108	-0,0726	0,0833	0,2646	0,53	95,8	7,7
60		295	302,2	0,3022	1,4095	1,175	1,1705	-0,0080	0,0833	0,0291	0,56	96,3	7,7
61		300	301,2	0,3012	1,4016	1,167	1,1414	-0,0502	0,0833	0,1832	0,55	96,4	7,6

62	305	294,9	0,2949	1,3513	1,116	1,1028	-0,0271	0,0833	0,0989	0,53	96,4	7,6
63	310	291,5	0,2915	1,3242	1,089	1,0342	-0,1100	0,0833	0,4013	0,55	96,5	7,6
64	315	277,7	0,2777	1,2142	0,979	0,9437	-0,0710	0,0833	0,2588	0,55	95,9	7,6
65	320	268,8	0,2688	1,1432	0,908	0,8947	-0,0271	0,0833	0,0989	0,56	95,5	7,7
66	325	265,4	0,2654	1,1161	0,881	0,8823	0,0024	0,0833	-0,0087	0,54	96,1	7,6
67	330	265,7	0,2657	1,1185	0,883	0,4417				0,55	93,4	7,6

DESCRIPCION	UNIDAD	MEDIDA
Peso Muestra Inicial	1330	g
Sólidos de Muestra Inicial	9,43	%
Peso de Sólidos Secos de Muestra	0,125419	g
Humedad de Equilibrio	0,235	Kg H ₂ O/Kg ss
Dimensiones de Bandeja (L x D)	36.2 x 28.5	cm
Área de Secado (4 Bandejas)	0,41268	m ²

APENDICE F

DATOS PARA REALIZAR LA CURVA DE SECADO.

A.5 Psychrometric Charts

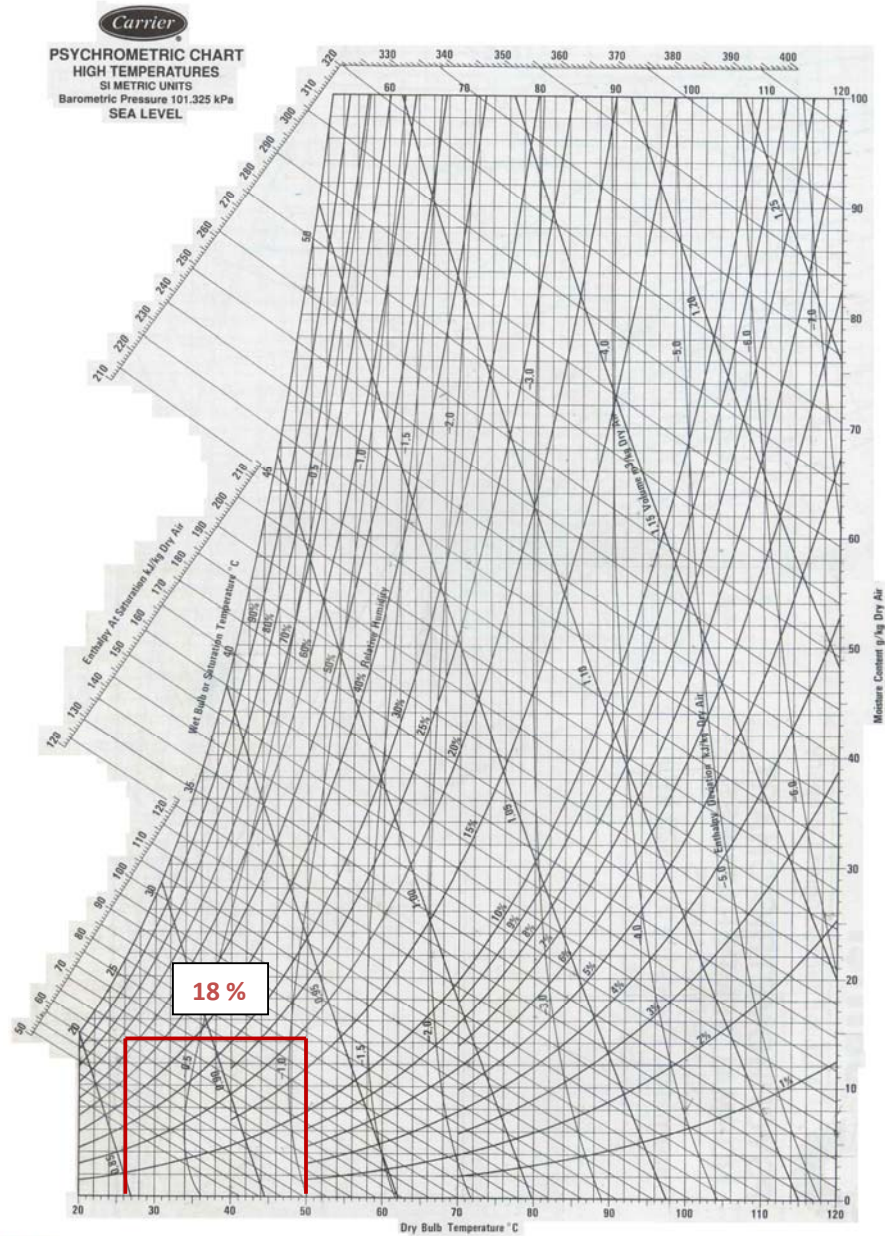
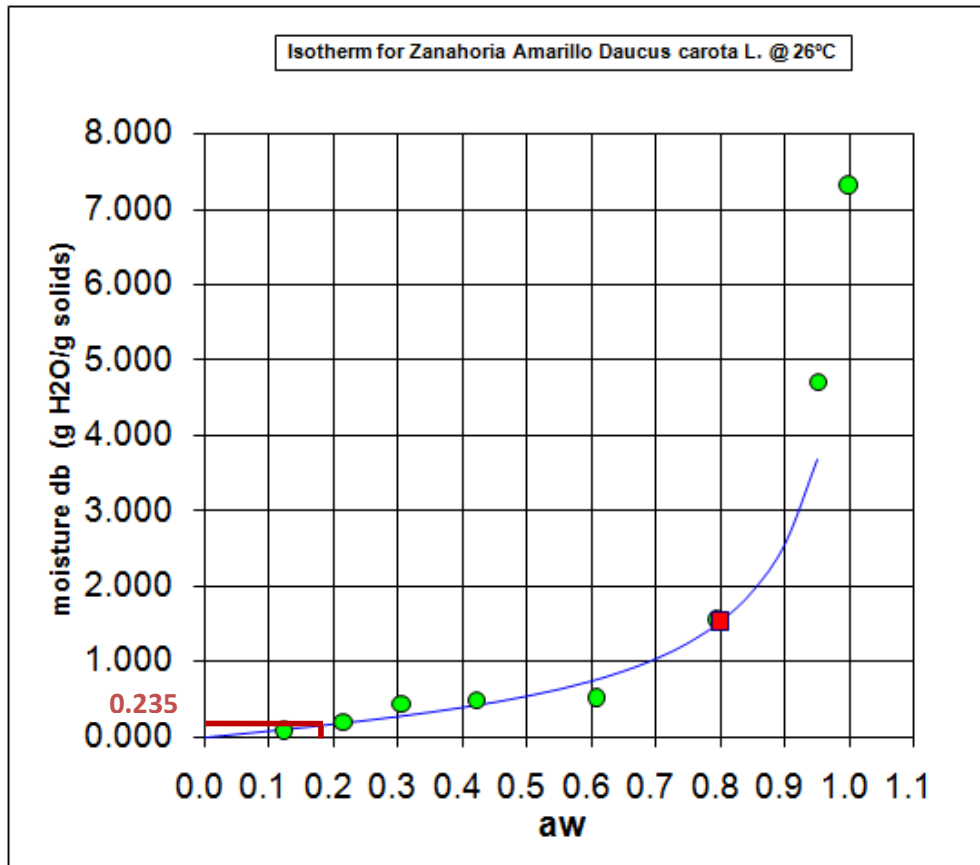


Fig. A.5.1 Psychrometric chart for high temperature range.

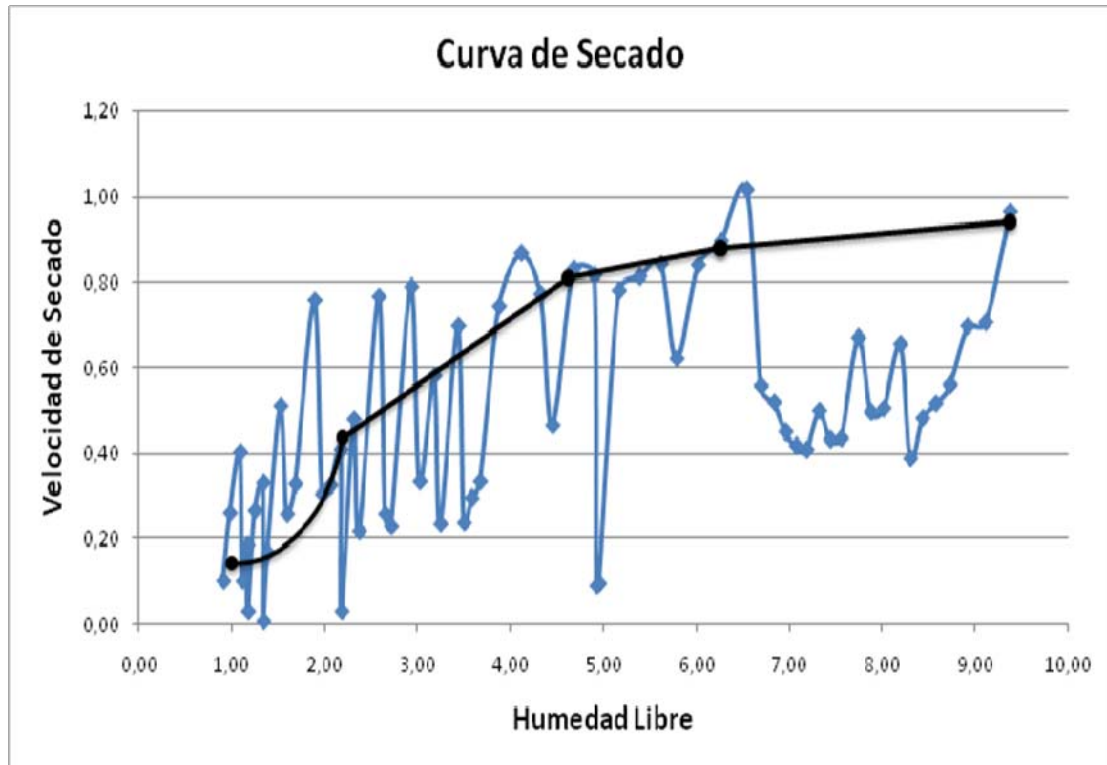
APENDICE G

ISOTERMA DE ADSORCIÓN



APENDICE H

CURVA DE SECADO



APENDICE I

NORMA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN HARINAS DE ORIGEN VEGETAL

CDU 664.2:543	INEN	AL 02. 02 - 301
Norma Ecuatoriana	HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS	INEN 517 1980-12
<p style="text-align: center;">1. OBJ ETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el tamaño de las partículas en las harinas de origen vegetal.</p> <p style="text-align: center;">2. RESUMEN</p> <p>2.1 Pasar una muestra previamente pesada a través de diferentes tamices; pesar los residuos de cada uno de ellos y expresar en porcentaje.</p> <p style="text-align: center;">3. INSTRUMENTAL</p> <p>3.1 <i>Máquina vibradora de tamices.</i></p> <p>3.2 <i>Tamices, con aberturas equivalentes a 710 μm, 500 μm, 355 μm y otras (ver Norma INEN 154).</i></p> <p>3.3 <i>Tapa y plato recolector, adecuados para los tamices que puedan ser insertados fácilmente en ellos.</i></p> <p>3.4 <i>Pincel, de pelo suave.</i></p> <p>3.5 <i>Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</i></p> <p style="text-align: center;">4. PREPARACION DE LA MUESTRA</p> <p>4.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.</p> <p>4.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa; no debe exponerse al aire mucho tiempo y debe estar como sale de la molienda.</p> <p>4.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.</p> <p style="text-align: center;">5. PROCEDIMIENTO</p> <p>5.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>5.2 Escoger los tamices que se indican en la norma específica para la harina correspondiente y colocar uno encima de otro, cuidando que queden en orden decreciente de arriba hacia abajo, con referencia al tamaño de la abertura de la malla de cada tamiz, de modo que el tamiz de mayor abertura sea colocado en la parte superior y el de menor abertura quede en el fondo, y debajo de éste colocar el plato recolector.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Baquerizo Moreno 454 - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

- 5.3 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 100 g de harina de cuyas partículas debe determinarse el tamaño.
- 5.4 Transferir la muestra al tamiz superior de la columna de tamices, poner la tapa, fijar la columna en el aparato de vibración y poner en funcionamiento durante cinco minutos, y después de este tiempo, suspender el movimiento de la máquina.
- 5.5 Desintegrar los aglomerados pasando suavemente el pincel contra la malla, empezando la operación por el tamiz superior, luego al inmediato inferior y así sucesivamente hasta llegar al tamiz del fondo.
- 5.6 Pasar cuantitativamente a una hoja de papel, previamente pesada, la fracción de la muestra retenida por cada uno de los tamices y pesar con aproximación al 0,1 g.

6. CÁLCULOS

- 6.1 El contenido de harina de origen vegetal retenido por cada uno de los tamices se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$MR = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Siendo:

- MR = masa retenida de harina, en porcentaje de masa.
m = masa de la muestra de harina, en g.
m₁ = masa del papel sin harina, en g.
m₂ = masa del papel con la fracción de harina, en g.

7. ERRORES DE METODO

- 7.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,4%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

8. INFORME DE RESULTADOS

- 8.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.
- 8.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.
- 8.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

APENDICE J

RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS FORMULAS DE PAN DE ZANAHORIA

- **FORMULA 1**

Sustitución 30 %



- **FORMULA 2**

Sustitución 20 %



- **FORMULA 3**

Sustitución 20 %



- **FORMULA 4**

Sustitución 10 %



- **FORMULA 5 (final)**

Sustitución 15 %



APENDICE K

TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS ECUATORIANOS

ALIMENTOS	PORCION	730 g			ORCION COMESTIBLE /100			PARA LA DIETA						Kcal Total
		PESO porcion(g)	100%	40	Proteinas/100 g	Grasas/100g	Carbohidratos/100g	Proteinas	Kcal	Grasas	Kcal	Carbohidratos	Kcal	
Harina de trigo	1	340	39,79%	15,92	10,5	1,3	74,1	1,67	6,69	0,21	1,86	11,8	47,18	Kcal Total
Harina de zanahoria amarilla	1	60	15,00%	6,00	10,73	0,71	45,79	0,64	2,58	0,04	0,38	2,7	10,99	
Agua	1	160	21,92%	8,77	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	
Sal	1	4	0,55%	0,22	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0	
Azúcar	1	80	10,96%	4,38	0	0,2	99,7	0,00	0	0,01	0,08	4,37	17,48	
Manteca vegetal	1	48	6,58%	2,63	0,2	80	0,4	0,0053	0,02	2,10	18,94	0,011	0,04	
Levadura	1	8	1,10%	0,44	27,8	0	11,8	0,122	0,49	0,00	0	0,05	0,21	
Huevo(entero)	1	20	2,74%	1,10	12	10,7	2,4	0,132	0,53	0,12	1,055	0	0	
Gluten	1	4	0,55%	0,22	80	1,4	9,2	0,175	0,70	0,00	0,0276	0,02	0,08	
Mejorador	1	4	0,55%	0,22	0	0	0	0,0	0	0,00	0	0	0	
Esencia de mantequilla	1	2	0,27%	0,11	0	0	0	0,0	0	0,00	0	0	0	
			100%	40,00				2,75	11,00	2,48	22,34	19,0	75,98	
								Porcentaje de Kcal :	Proteinas	10,1%	Grasas	20,4%	Carbohidratos	69,5%

APENDICE L

FICHA PARA LA EVALUACION SENSORIAL:

ESCALA HEDÓNICA DE 5 PUNTOS

Nombre: **Fecha:**

Producto: **Hora:**

Califique la calidad (Olor, Sabor, Color y Textura) de la muestra indicada.
Marque con una X en el casillero de su preferencia.

Código de muestra:

	OLOR	SABOR	COLOR	TEXTURA	APARIEN CIA
1 = me disgusta mucho					
2 = me disgusta moderadamente					
3 = no me gusta ni me disgusta					
4 = me gusta moderadamente					
5 = me gusta mucho					

Comentarios u Observaciones:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

APENDICE M

ANÁLISIS SENSORIAL - PRUEBA HEDÓNICA.

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA				
JUEZ NUMERO	CALIFICACIONES - SABOR		DIFERENCIAS	
	SUSTITUCION DEL 20 %	SUSTITUCION DEL 15 %	D	D2
	1	4	4	0
2	3	5	2	4
3	3	5	2	4
4	4	3	-1	1
5	3	3	0	0
6	4	2	-2	4
7	3	5	2	4
8	4	5	1	1
9	2	5	3	9
10	4	5	1	1
11	2	5	3	9
12	2	5	3	9
13	4	5	1	1
14	3	4	1	1
15	4	5	1	1
16	4	2	-2	4
17	3	4	1	1
18	3	5	2	4
19	3	4	1	1
20	2	4	2	4
21	3	5	2	4
22	4	5	1	1
23	2	4	2	4
24	2	5	3	9
25	3	4	1	1
26	4	5	1	1
27	4	4	0	0
28	3	5	2	4
29	2	5	3	9
30	3	4	1	1
total	94	131	37	97
media	3,13	4,37		

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA				
JUEZ NUMERO	CALIFICACIONES - COLOR		DIFERENCIAS	
	SUSTITUCION DEL 20 %	SUSTITUCION DEL 15 %	D	D2
1	2	5	3	9
2	2	5	3	9
3	2	4	2	4
4	3	3	0	0
5	4	4	0	0
6	3	4	1	1
7	2	5	3	9
8	3	2	-1	1
9	3	5	2	4
10	2	4	2	4
11	4	5	1	1
12	2	4	2	4
13	3	4	1	1
14	3	4	1	1
15	2	4	2	4
16	4	5	1	1
17	2	5	3	9
18	2	3	1	1
19	1	3	2	4
20	2	3	1	1
21	3	5	2	4
22	3	4	1	1
23	3	5	2	4
24	2	5	3	9
25	1	5	4	16
26	2	5	3	9
27	2	4	2	4
28	4	5	1	1
29	3	5	2	4
30	3	4	1	1
total	77	128	51	121
media	2,57	4,27		

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA				
JUEZ NUMERO	CALIFICACIONES - OLOR		DIFERENCIAS	
	SUSTITUCION DEL 20 %	SUSTITUCION DEL 15 %	D	D2
	1	4	5	1
2	4	5	1	1
3	5	4	-1	1
4	4	4	0	0
5	3	5	2	4
6	3	4	1	1
7	4	5	1	1
8	4	5	1	1
9	4	5	1	1
10	5	5	0	0
11	3	4	1	1
12	4	5	1	1
13	4	3	-1	1
14	3	5	2	4
15	5	3	-2	4
16	4	5	1	1
17	4	5	1	1
18	4	4	0	0
19	3	4	1	1
20	4	5	1	1
21	4	4	0	0
22	4	5	1	1
23	5	5	0	0
24	3	5	2	4
25	4	5	1	1
26	3	5	2	4
27	4	5	1	1
28	4	5	1	1
29	4	5	1	1
30	4	4	0	0
total	117	138	21	39
media	3,9	4,6		

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA				
JUEZ NUMERO	CALIFICACIONES - TEXTURA		DIFERENCIAS	
	<i>SUSTITUCION DEL 20 %</i>	<i>SUSTITUCION DEL 15 %</i>	<i>D</i>	<i>D2</i>
	1	2	5	3
2	2	3	1	1
3	3	5	2	4
4	2	4	2	4
5	2	4	2	4
6	1	5	4	16
7	2	4	2	4
8	2	4	2	4
9	3	5	2	4
10	2	5	3	9
11	3	4	1	1
12	2	5	3	9
13	2	4	2	4
14	2	5	3	9
15	2	5	3	9
16	1	5	4	16
17	1	5	4	16
18	2	4	2	4
19	1	5	4	16
20	2	5	3	9
21	1	5	4	16
22	1	5	4	16
23	2	3	1	1
24	2	5	3	9
25	1	5	4	16
26	2	5	3	9
27	1	5	4	16
28	1	5	4	16
29	1	5	4	16
30	2	5	3	9
total	53	139	86	276
media	1,77	4,63		

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA				
JUEZ NUMERO	CALIFICACIONES - APARIENCIA		DIFERENCIAS	
	SUSTITUCION DEL 20 %	SUSTITUCION DEL 15 %	D	D2
1	3	5	2	4
2	3	4	1	1
3	4	4	0	0
4	3	5	2	4
5	2	4	2	4
6	3	4	1	1
7	3	5	2	4
8	3	5	2	4
9	3	5	2	4
10	3	5	2	4
11	2	5	3	9
12	2	5	3	9
13	3	5	2	4
14	2	5	3	9
15	2	5	3	9
16	2	5	3	9
17	2	5	3	9
18	3	5	2	4
19	3	5	2	4
20	3	5	2	4
21	4	5	1	1
22	3	5	2	4
23	2	5	3	9
24	3	5	2	4
25	3	4	1	1
26	3	5	2	4
27	3	5	2	4
28	3	5	2	4
29	3	5	2	4
30	3	5	2	4
total	84	145	61	139
media	2,8	4,83		

APENDICE N

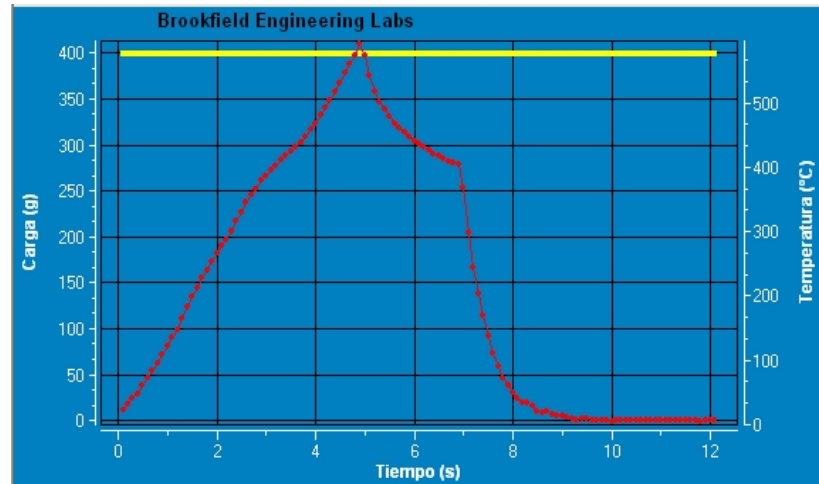
ANÁLISIS DE TEXTURA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

	DIAS	DUREZA (g)	DEFORMACION SEGÚN DUREZA (mm)	TRABAJO DUREZA TERMINADA (mJ)	DEFORMACION RECUPERABLE (mm)	TRABAJO TOTAL (mJ)
PAN DE ZANAHORIA AMARILLA	1	381	9,87	21,769	6,74	24,686
	2	790,5	10	34,631	4,26	39,612
	3	869	9,84	32,215	3,43	36,575
	4	1253	10	40,398	3,63	47,071
	5	1280	9,99	42,588	3,17	48,179
PAN DE DULCE	1	214,5	9,87	10,44	5,71	12,766
	2	277,5	9,87	16,275	7,14	19,359
	3	369,5	9,87	20,256	6,74	23,706
	4	449,5	9,84	21,002	6,72	26,41
	5	650	9,84	22,578	3,84	24,838

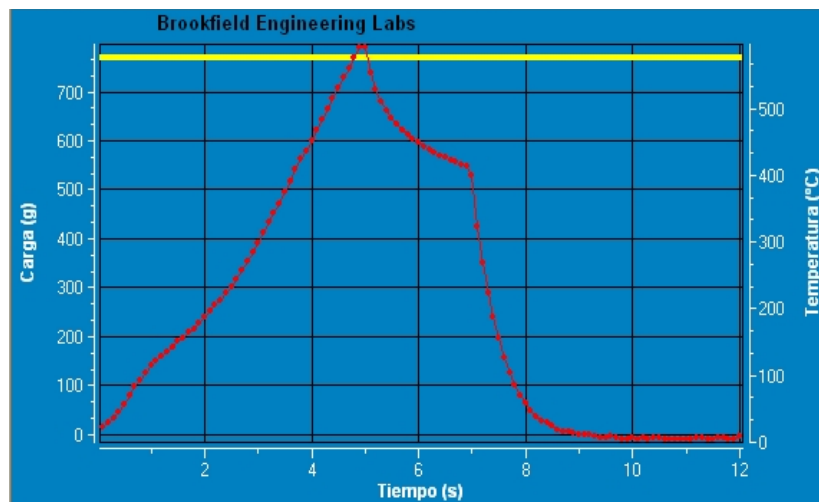
APENDICE O

PAN DE ZANAHORIA AMARILLA

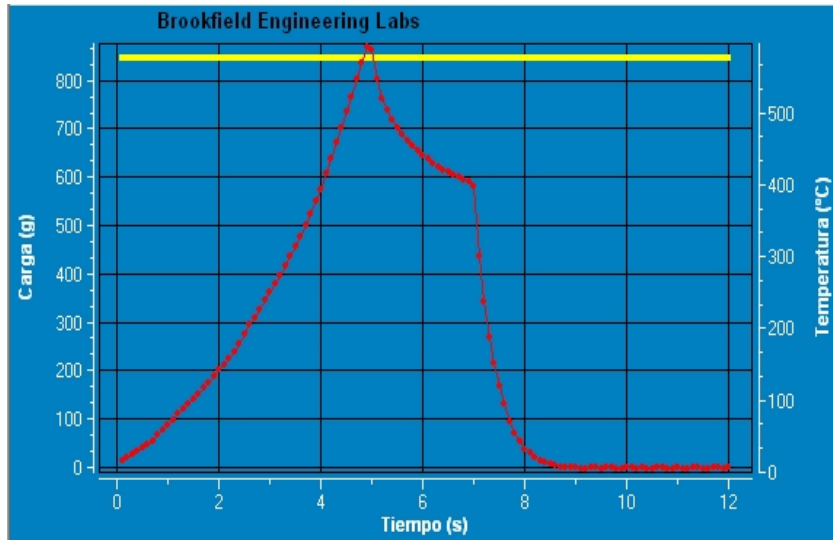
DIA 1



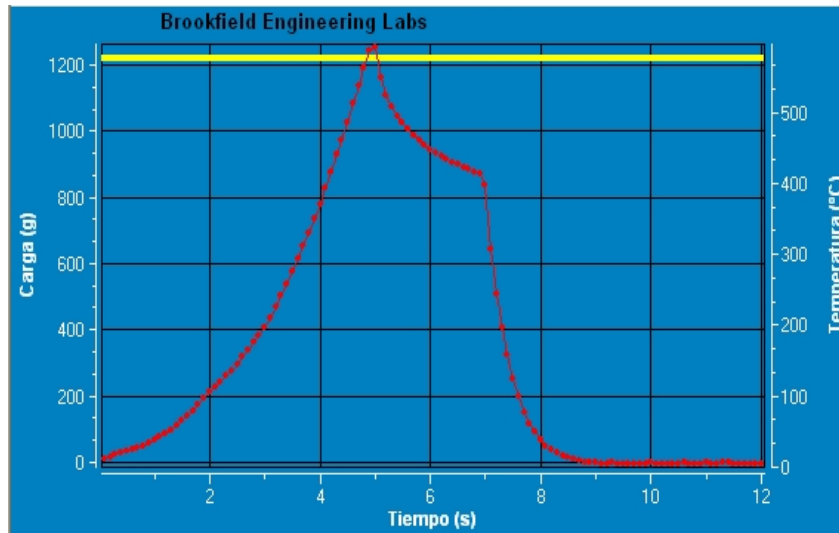
DIA 2



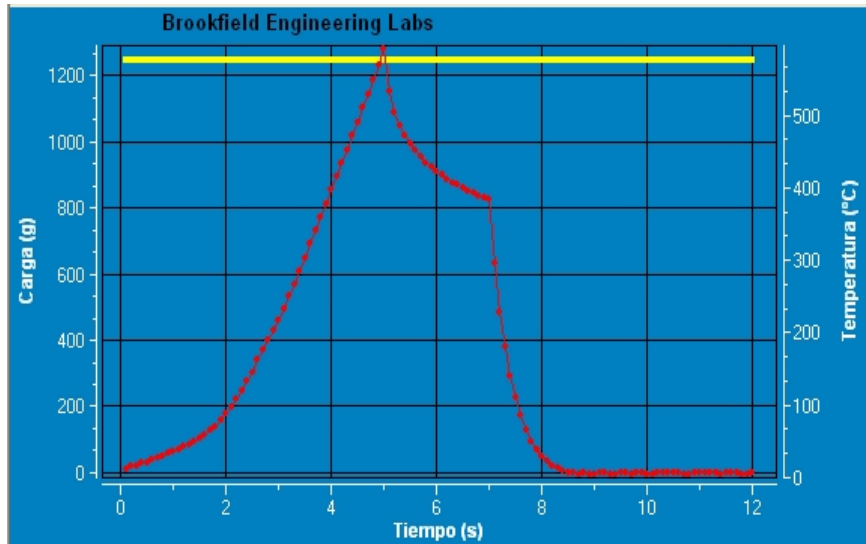
DIA 3



DIA 4

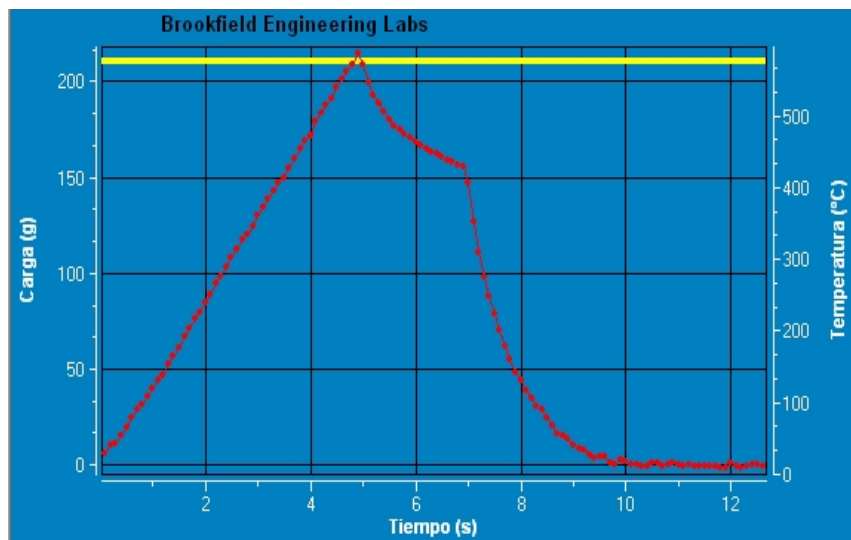


DIA 5

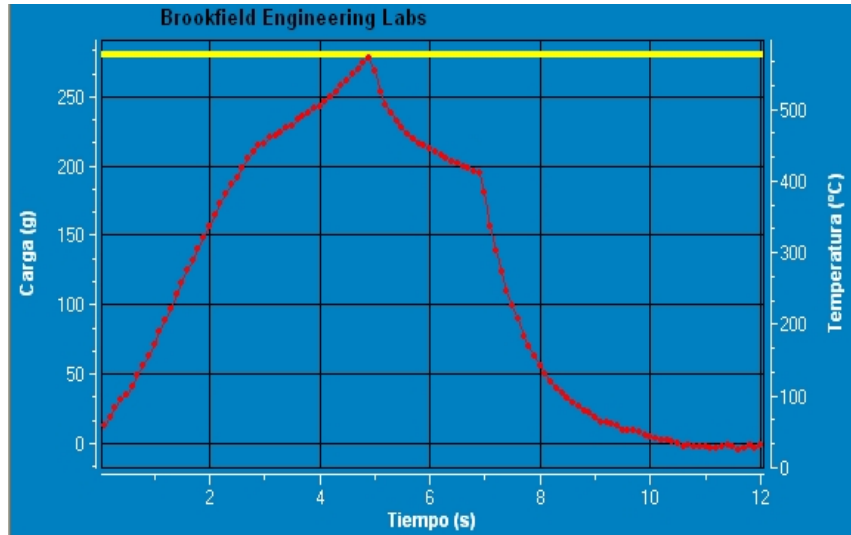


PAN DE DULCE

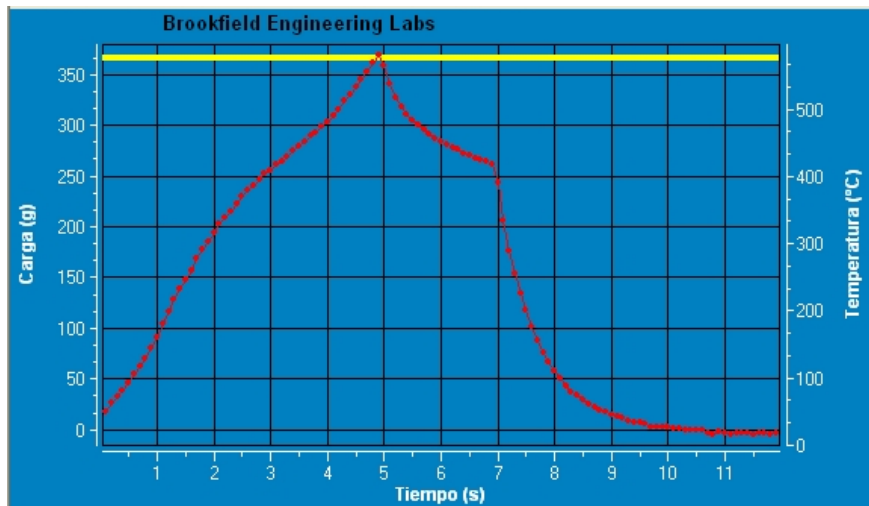
DIA 1



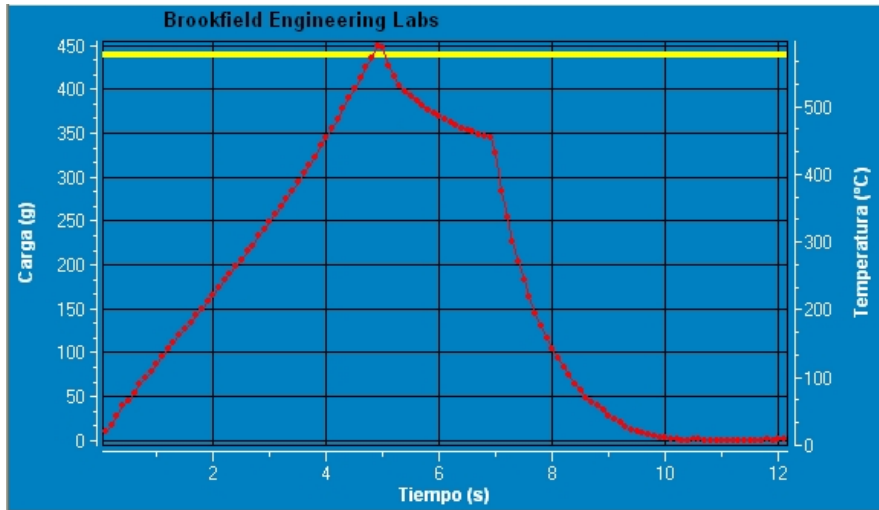
DIA 2



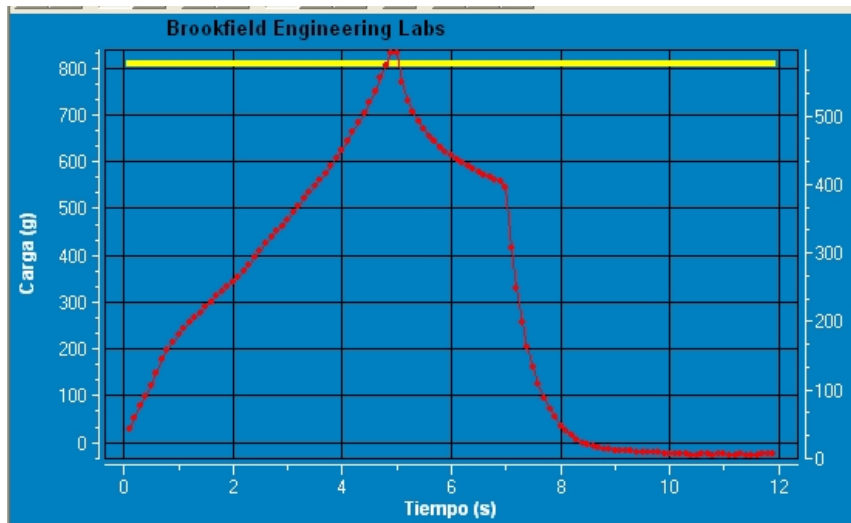
DIA 3



DIA 4



DIA 5



BIBLIOGRAFIA

- [1] PROCESO DE SECADO; se encuentra disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/cabrera_v_a/capitulo5.pdf; pág. 1-3-5.
- [2] CASP A. Y ABRIL J. Procesos de conservación de alimentos. Publicado por Ediciones Mundi-Prensa, Segunda Edición, 2003. Páginas 332 - 356.
- [3] CULTIVOS DE ZANAHORIA AMARILLA EN ECUADOR; se encuentra disponible en: http://www.panchonet.net/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=769
- [4] TIPOS DE ZANAHORIA; se encuentra disponible en:
<http://www.horfres.com/zanahoria.htm>
- [5] P. CAUVAIN, Stanley Y S. YOUNG, Linda. Fabricación de pan. Publicado por Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España), 2002. Páginas 1 - 4, 16 - 19, 294.

- [6] DESROISER, Norman W. Conservación de Alimentos. Editorial Continental, S.A., México – México, 1999. Pág. 177-185.
- [7] ALTERACIONES MICROBIANAS EN EL PAN. Alimentaria Online 2011; se encuentra disponible en: http://www.alimentariaonline.com/desplegar_nota.asp?did=93
- [8] HOLDSWORTH, S. D. Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España, 1988. Pág. 27.
- [9] ANZALDÚA MORALES, Antonio. La Evaluación Sensorial de los Alimentos, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España, 1994. Páginas. 85–87, 163 – 176.
- [10] COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ECUATORIANOS; se encuentra disponible en: <http://blog.espol.edu.ec/kcoello/tabla-de-composicion-de-alimentos-ecuatorianos/>
- [11] SÁNCHEZ PINEDA, María Teresa. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Editorial Mundi-Prensa, 2003. Páginas: 179.

[12] HERNÁNDEZ, Gil y MAJEM, Serra. Libro blanco del pan. Publicado por Editorial médica Panamericana, Madrid 2010. Páginas 4 – 5.

[13] CALAVERAS, Jesús. Nuevo Tratado de Panificación y Bollería. Publicado por Ediciones Mundi – Prensa, Madrid – España 2004. Páginas 354 – 365.