

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño de una planta para la producción de alimentos destinados a ser
reconstituidos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentado por:

Germán Enrique Galán Orbe

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

A mis padres por su confianza, paciencia y apoyo incondicional.

A mis amigos que me alentaron, aconsejaron y acompañaron a lo largo de esta etapa.

Germán Galán Orbe

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mi tutora la Dra. Sandra Acosta y PhD. Sócrates Palacios quienes me dieron el soporte técnico necesario para poder realizar este proyecto. Así mismo, agradezco a mis padres y a la Ing. Jannia Malavé por el soporte y disponibilidad en todo momento.

Germán Galán Orbe

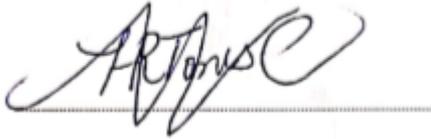
DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Germán Enrique Galán Orbe* da el consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Germán E. Galán Orbe

EVALUADORES

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Haydeé Torres C.', written over a horizontal line.

M.Sc. Haydeé Torres C.
PROFESOR DE LA MATERIA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sandra Acosta D.', written over a horizontal line.

PhD. Sandra Acosta D.
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el Ecuador uno de los productos principales productos de exportación es el plátano el cual tiene gran acogida en países latinoamericanos y algunos europeos. En la actualidad la asociación CorpicSupal ubicada en el cartón el Carmen de la provincia de Manabí se encarga de elaborar harina a partir del plátano no exportable. La harina de plátano está considerada como un alimento muy nutritivo. La asociación se inclina por fabricar alimentos nutricionales y funcionales como lo son las premezclas de colada y galleta, además aspira a mejorar sus instalaciones para aumentar la producción de harina de plátano. Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivos el de estandarizar la harina de plátano y las premezclas, redistribuir las áreas de proceso y determinar el tiempo de vida útil de las premezclas. Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos para caracterizar la harina y las premezclas bajo los parámetros que indica la norma mexicana NOM-247-SSA1-2008. Posteriormente, se realizó el diseño de la planta con el fin de mejorar el proceso de elaboración de la harina y a su vez se implementó una mezcladora y una tamizadora para poder elaborar las premezclas. También se realizó un estudio económico dando como resultado un precio de \$1,40 en presentación de 250g y \$1,35 en presentación de 500g para las premezclas de colada y galleta respectivamente. Finalmente se determinó el tiempo de vida útil de las premezclas el cual fue de aproximadamente 5 meses a una temperatura de 25°C.

Palabras claves: plátano, premezclas, diseño de planta, tiempo de vida útil.

ABSTRACT

In Ecuador, one of the main export products is bananas, which is very popular in Latin American and some European countries. Currently, the CorpicSupal association located in El Carmen cardboard in the province of Manabí is responsible for making flour from non-exportable bananas. Banana flour is considered a very nutritious food. The association is inclined to manufacture nutritional and functional foods such as laundry and cookie premixes and aims to improve its facilities to increase the production of banana flour. For this reason, this work aims to standardize banana flour and premixes, redistribute the process areas and determine the lifetime of the premixes. Physicochemical and microbiological analyzes were performed to characterize the flour and premixes under the parameters indicated by the Mexican standard NOM-247-SSA1-2008. Subsequently, the design of the plant was carried out in order to improve the flour manufacturing process and in turn a mixer and a sieve was implemented to prepare the premixes. An economic study was also carried out resulting in a price of \$ 1.40 in presentation of 250g and \$ 1.35 in presentation of 500g for the premixtures of laundry and cookie respectively. Finally, the shelf life of the premixes was determined, which was approximately 5 months at a temperature of 25 ° C.

Keywords: *Banana, premixes, plant design, shelf life.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Justificación del problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Marco teórico.....	4
1.4.1. Humedad en las harinas	4
1.4.2. Técnicas de determinación de humedad	4
1.4.3. Métodos para evaluar vida útil de un producto	4
1.4.4. Composición nutricional de la harina de plátano.....	8
1.4.5. Composición nutricional	9
1.4.6. Composición nutricional premezcla colada	10
CAPÍTULO 2.....	11
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1. Materiales.....	11
2.2. Caracterización de la harina de plátano	11
2.2.1. Determinación de proteína.....	12
2.2.2. Determinación de grasa	12
2.2.3. Determinación de humedad	12
2.2.4. Determinación de pH.....	12
2.2.5. Granulometría de la harina de plátano	13
2.2.6. Determinación de amilosa y amilopectina	14
2.3. Preparación de la muestra de las premezclas.....	14
2.4. Caracterización de las premezclas.....	15
2.4.1. Determinación de pH.....	15
2.4.2. Determinación de humedad	15

2.4.3. Granulometría de las premezclas.....	15
2.5. Modelo matemático tiempo de vida útil	15
2.6. Diseño de planta	17
2.6.1. Diagrama de flujo	18
2.7. Costos	18
CAPÍTULO 3.....	19
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	19
3.1. Caracterización de harina de plátano	19
3.2. Tamaño de partícula.....	19
3.3. Caracterización de las premezclas.....	20
3.3.1. Determinación de pH	20
3.3.2. Tamaño de partículas de las premezclas	21
3.4. Determinación de humedad para el modelo de tiempo de vida útil	23
3.5. Modelo matemático para la predicción del tiempo de vida útil de las premezclas.....	24
3.6. Análisis microbiológico	26
3.7. Diseño de planta	27
3.8. Estimación de costos.....	30
3.8.1. Costos directos.....	30
3.8.2. Costos indirectos	30
3.8.3. Punto de equilibrio.....	30
3.8.4. Flujo de caja	31
CAPÍTULO 4.....	33
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
4.1. Conclusiones.....	33
4.2. Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

ONG	Organización no gubernamental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
UMB	Unidad de Medida Base
MOD	Mano de Obra Directa
GAB	Guggenheim, Anderson y de Boer
EMC	Contenido de humedad de equilibrio
BET	Brunauer, Emmett y Teller
VDR	Valores dietéticos de referencia
Aprox.	Aproximado
NTE	Norma técnica ecuatoriana
INEN	Servicio ecuatoriano de normalización
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales
LSC	Límite superior de control
LIC	Límite inferior de control
LSD	Diferencia menos significativas
VAN	Valor Actual Neto
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
TIR	Tasa Interna de Retorno
P.V.P.	Precio de Venta al Público

SIMBOLOGÍA

Q_{10}	Constante de velocidad de reacción
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
%	Porcentaje
a_w	Actividad de agua
r^2	Coefficiente de correlación lineal
g	Gramos
m.s	Masa seca
k	Grados Kelvin
T_1	Temperatura inicial
T_2	Temperatura final
Kcal	Kilocalorias
Mg	Miligramos
KJ	Kilojuole
pH	Potencial de hidrógeno
ml	Mililitros
μm	Nanómetros
mm	Milímetros
E_a	Energía de activación
K_0	Factor pre-exponencial
Min	Minutos
Kg	Kilogramos
H	Horas
K_T	Constante de velocidad a una temperatura T
H_c	Humedad critica
M^2	Metros cuadrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de flujo de la elaboración de las premezclas	18
Figura 3.1 Porcentaje de acumulados cernidos y retenidos de harina de plátano.....	20
Figura 3.2 Porcentaje de acumulados cernidos y retenido de la premezcla de colada .	21
Figura 3.3 Porcentaje de acumulados cernidos y retenidos de premezcla de galletas .	22
Figura 3.4 Porcentaje de humedad en función del tiempo de la premezcla de colada..	24
Figura 3.5 Porcentaje de humedad en función del tiempo de la premezcla de galleta..	25
Figura 3.6 Layout de la planta	27
Figura 3.7 Nomenclatura de las áreas de la planta	27
Figura 3.8 Plano arquitectónico de la planta.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Valor nutricional de la harina de plátano en base a 100 gramos	9
Tabla 1.2 Composición Nutricional de Premezcla de Galletas	9
Tabla 1.3 Composición Nutricional de Premezcla de Colada	10
Tabla 3.1 Parámetros de calidad y rango de tolerancia de la harina de plátano	19
Tabla 3.2 Porcentaje de acumulado-cernido del tamaño de partícula de la harina de plátano.....	20
Tabla 3.3 pH de las premezclas con rango de tolerancia	21
Tabla 3.4 Porcentaje de acumulado-cernido del tamaño de partícula de la premezcla de colada.....	21
Tabla 3.5 Porcentaje de acumulado-cernido del tamaño de partícula de la premezcla de galleta.....	22
Tabla 3.6 Porcentaje de humedad de la premezcla de colada a temperaturas de (25 °C, 45 °C, 55 °C) en diferentes tiempos de control	23
Tabla 3.7 Porcentaje de humedad de la premezcla de galleta a temperaturas de (25 °C, 45 °C, 55 °C) en diferentes tiempos de control	23
Tabla 3.8 Valores de la velocidad de reacción (k) para la premezcla de colada a 25°C, 45°C, 55°C	25
Tabla 3.9 Valores de la velocidad de reacción (k) para la premezcla de galleta a 25°C, 45°C, 55°C.....	25
Tabla 3.10 Determinación de la energía de activación (Ea) de las premezclas	26
Tabla 3.11 Tiempo de vida útil de las premezclas a 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C	26
Tabla 3.12 Costos fijos y variables	31
Tabla 3.13 Punto de equilibrio	31
Tabla 3.14 Valores de VAN y TIR de flujos de caja de ambas premezclas	31
Tabla 3.15 Flujo de caja neto anual y acumulado para premezcla de galleta	32
Tabla 3.16 Flujo de caja neto anual y acumulado para premezcla de colada	32

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador específicamente en la provincia de Manabí producen 10 toneladas de plátano verde (*Musa paradisiaca*) por hectárea, el plátano es un alimento muy completo y considerado como saludable por su contenido de fibra, proteína, magnesio e hidratos de carbono. En los últimos años ha ganado espacio tanto en el mercado ecuatoriano con el extranjero en países como Estados Unidos y México, la harina elaborada a partir del plátano debido a que su proceso de elaboración es de forma natural obteniéndose productos alimenticios interesantes para el consumidor. El incremento de la demanda se debe a que la harina de plátano es un producto nutritivo que no posee gluten por lo que se puede usar como parte de productos de panificación (Uyaguari, 2014).

La harina de plátano se la utilizado como ingrediente en productos como bizcochos, galletas, magdalenas, crepes, papillas para niños, sopas, cremas y pures. En la actualidad un grupo de investigadores brasileros han desarrollado pastas a base de harina de plátano para personas celiacas (Hernández, 2015).

Una de las ventajas de sustituir la harina de plátano por la de trigo aparte de que carece de gluten es que absorbe más agua, gelifica con mayor rapidez y es muy útil para espesar salsas (Quesada, 2014).

Es importante que la harina de plátano este elaborada bajo estándares de calidad para garantizar que el tiempo de vida sea prolongado. La vida útil de un alimento es el periodo durante el cual se mantiene una calidad adecuada o estándar la misma que puede depender de las características que posee el alimento y del modo de almacenamiento (Inungaray, 2013). Existen algunos métodos para estimar el tiempo de vida útil de un producto entre ellos están:

- a) El método "oxitest" permite conocer el nivel de oxidación de alimentos con elevado contenido de grasa (alimentos secos). La autooxidación de los ácidos grasos condiciona la vida útil, causando deterioro (sabor rancio). Conocer la estabilidad de las grasas proporciona una idea aproximada del tiempo donde el producto aún mantiene su frescura y calidad (Agualongo, 2018).

- b) Los estudios acelerados de vida útil predicen el comportamiento de los productos a condiciones no habituales de distribución y almacenamiento, con este estudio se sabrá con anticipación los puntos débiles que presenta el producto y así poder modificarlo para prolongar su vida útil, además también permite minimizar los costos de productos alterados (demandas) y la pérdida de la imagen de la empresa (Flores, 2016).
- c) El método de supervivencia consiste en estimar la vida útil de un producto de forma sensorial, es decir, se basa en la opinión del consumidor. El fundamento de este método es la de observar la actitud que tienen los consumidores hacia el producto por medio de una prueba sencilla que puede ser discriminativas o pruebas de aceptación por puntuación en la cual el consumidor deberá elegir si consumiese o no el producto, por lo que se requiere de muestras almacenadas durante un largo tiempo y muestras recién elaboradas (Sánchez, 2016).

Con la aplicación de cualquiera de estos métodos de control una empresa puede asegurarse que la vida útil de un alimento puede ser estimado acorde con los parámetros de calidad establecidos.

1.1. Descripción del problema

En la provincia de Manabí en el cantón “El Carmen” la Asociación de Productores y Comercializadores Luz del Carmen, procesa harina de plátano utilizando maquinaria entregada por una ONG española para elaborar a partir del plátano rechazado no exportable. La asociación determinó, la necesidad de mejorar el área donde se encuentran actualmente las máquinas y a su vez implementar maquinarias para procesar productos en la misma línea en presentación en polvo para que luego puedan ser reconstituidos por los consumidores.

En un proyecto integrador anterior ya se realizó el diseño de la formulación de dos productos (colada y galletas), ahora se evaluará el espacio físico el cual deberá cumplir con normativas para una pequeña industria alimentaria (Mipymes); la distribución de las maquinarias para la producción; además se determina los parámetros de control de calidad y estabilidad de dos productos de presentación en polvo.

1.2. Justificación del problema

La asociación cuenta con un espacio físico y tres equipos (maquinaria), un cortador, un secador y un molino para la elaboración de la harina a partir del plátano de rechazo o no es exportado.

Sin embargo, el espacio físico que tiene actualmente carece de las condiciones básicas que deben cumplir una pequeña industria para la elaboración de alimentos y así evitar la contaminación de estos. Además, los productos finales no cuentan con información técnica de parámetros de calidad y se desconoce hasta cuanto tiempo pueden mantener el alimento en buenas condiciones para su consumo.

Por esta razón, a los productos finales se le realizarán análisis de calidad y se controlará la humedad a diferentes tiempos y temperatura para determinar el tiempo de vida útil de ellos. De esta manera la asociación tiene la posibilidad de tener un proyecto completo de elaboración de productos alimenticios en polvo, en la cual podrán expandirse y ser competitivos frente a otras marcas que hay en el mercado, diversificando sus productos en la zona con un alto valor nutricional a un valor económico al alcance de todos. Además, este proyecto puede ser replicado en otras asociaciones de la zona.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar las condiciones de área, equipamiento y calidad para una pequeña industria que elabora productos alimenticios en polvo.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Establecer los parámetros de calidad mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos para la estandarización de la harina de plátano y de los alimentos en polvo que serán reconstituidos como colada y galletas.
2. Determinar los puntos de control del proceso mediante parámetros establecidos para la estandarización de los alimentos en polvo que serán reconstituidos como colada y galletas.
3. Determinar el tiempo de vida útil por modelos matemáticos para alimentos en polvo, colada y galletas que serán reconstituidos.
4. Elaborar el layout para el proceso de elaboración de los alimentos.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Humedad en las harinas

La cantidad de humedad de los productos secos varía de acuerdo con la base del producto, por ejemplo, trigo, plátano, soya, avena, etc.; así como las condiciones climáticas afectan los parámetros de calidad. Se deduce que los productos en polvo contienen gran cantidad de agua unida de ahí que los valores obtenidos en los métodos de secado varían considerablemente según la temperatura a la que son analizados.

El agua en el alimento es un factor importante de calidad; como también de conservación y resistencia al deterioro, más bien conocido como vida útil. Si el nivel de humedad en el alimento es alto, este tiende a adulterarse más rápido. Por lo tanto, en el proceso se requiere de mayor atención ya que a mayor humedad las condiciones de presencia de microorganismos son mayor (Barreto, 2019).

1.4.2. Técnicas de determinación de humedad

El secado por estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado, pesado nuevamente de la muestra y luego con la aplicación de una fórmula y el resultado multiplicado por 100 se obtiene un valor en porcentaje final (Valencia, 2011).

1.4.3. Métodos para evaluar vida útil de un producto

Hay tres métodos de evaluación para determinar la vida útil de un producto.

1. Las pruebas de vida útil a tiempo real, los datos que se obtienen son reales, pero en algunas ocasiones se requiere de un tiempo prolongado para la obtención del resultado final. Por lo tanto, para estimar la vida útil a temperatura de almacenamiento normal requerimos determinar la velocidad de deterioro obteniendo el valor de Q_{10} . Por ejemplo, si la temperatura normal de almacenamiento del producto es de 5 °C, la durabilidad o vida útil puede calcularse con el valor de Q_{10} realizando los ensayos a 10 °C (Núñez, 2017).

2. La simulación y la estimación basada en modelos, es una técnica que implica la combinación de expresiones de la sensibilidad del producto, la eficacia del empaque y la severidad del medio ambiente en un modelo matemático.

a) El modelo matemático de “Weibull” es el más común de las distribuciones para modelar el tiempo de vida de los productos alimenticios y estimar su vida útil. En la cual, una vez estimados los parámetros de escala o vida característica y de forma de la función de distribución de Weibull y con intervalos de confianza al 95 % será posible calcular la vida media o el tiempo medio hasta el fallo del producto, sustituyendo p , α y β en la ecuación 1.1 (Núñez, 2017).

$$F^{-1}(p) = \alpha[-\ln(1 - p)]^{\frac{1}{\beta}} \quad (1.1)$$

Donde:

F: tiempo de vida útil o durabilidad.

A: parámetro de escala.

B: parámetro de forma.

p: porcentaje de unidades deterioradas admitidas en un lote de producto.

b) Las isotermas de adsorción o ecuación de “GAB” que establece las isotermas de sorción de humedad, los valores del contenido de humedad de equilibrio (EMC) que se representan en función de la actividad del agua (a_w). El modelo “GAB” se utiliza para ajustar los datos experimentales de a_w y EMC, como se observa en la ecuación 1.2 (Nuñez, 2013).

$$X = \frac{X_m C K a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C K a_w)} \quad (1.2)$$

Donde:

X: contenido de humedad en una base seca.

X_m : contenido de humedad en base seca, equivalente a una capa mono molecular de agua.

C : constante de Guggenheim, está relacionada al calor de adsorción de agua en las partículas, dependiente de la temperatura.

K : constante de corrección para la diferencia en propiedades de adsorber agua relativa a agua líquida, dependiente de la temperatura.

- c) Otra ecuación que se utiliza para ajustar los datos experimentales de a_w y EMC, es la ecuación de “BET” como se indica en la ecuación 1.3 (Miranda, 2014).

$$\frac{a_w}{(1 - a_w)W_e} = \frac{1}{W_0 C_B} + \frac{C_B - 1}{W_0 C_B} a_w \quad (1.3)$$

Donde:

W_e : contenido de humedad.

W_0 : contenido de humedad de monocapa.

C_B : constante de energía.

a_w : actividad de agua del alimento.

Los modelos cinéticos de las Isotermas de adsorción requieren ajustarse con un coeficiente de correlación lineal (r^2) que debe ser superior a 0,85 de esta forma se obtiene un buen modelado de los datos experimentales y también debe multiplicarse por el error medio relativo, parámetro estadístico utilizado en isotermas de alimentos como lo indica la ecuación 1.4 (Antonio Vega, 2006).

$$\%E = \frac{100}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{X_{ei} - X_{ci}}{X_{ei}} \quad 1.4$$

Donde:

X_{ei} : contenido de humedad experimental (g agua/ g m.s.).

X_{ci} : contenido de humedad calculada a partir de cada modelo (g agua/g m.s.).

n : es el número de observaciones.

- d) El modelo matemático de la ecuación de “Arrhenius” hace relación al efecto de la temperatura sobre la velocidad de la reacción de deterioro,

donde puede expresarse mediante la ecuación de Arrhenius, que relaciona la constante de velocidad de la reacción a la temperatura absoluta, como lo indica la ecuación 1.5 (Chávez, 2015).

$$k = k_0 \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad 1.5$$

Donde:

k : constante de velocidad de la reacción de deterioro.

k_0 : factor pre-exponencial.

E_a : energía de activación.

R : constante de los gases (1.987 cal/K mol).

T : temperatura absoluta en K.

Luego se ajusta mediante el método de mínimos cuadrados para obtener una de la constante de velocidad de la reacción y la energía de activación a la temperatura absoluta.

3. Las pruebas aceleradas, permiten obtener datos en tiempos relativamente cortos, consisten en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas, deben ser mayores a las de almacenamiento y comercialización para que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtenga el resultado en un periodo significativamente más corto, que el período de vida útil real del producto (Puma, 2018).
 - a) Una de las pruebas es el test de estimación rápida de vida útil como el "Oxitest", el cual permite detectar la estabilidad oxidativa del producto, conociendo la resistencia del alimento ante la presencia de agentes oxidantes, como en las grasas que permite tener una idea del tiempo en el cual el alimento mantiene la calidad y frescura porque no se manifiesta la rancidez. Se los usa en alimentos como: frutos secos, bollería, galletas y pastas (Vidal, 2019).
 - b) Las pruebas de almacenamiento o vida útil acelerados "ASLT" se refiere al método que es capaz de evaluar la estabilidad del producto, basado

en los datos que se obtienen en un período de tiempo significativamente corto que el período de vida útil real del producto.

El método se basa en el modelo cinético que:

- 1) Selecciona los factores cinéticamente activos para la aceleración del deterioro.
- 2) Ejecuta el estudio cinético a los distintos niveles del factor de aceleración.
- 3) Evalúa los parámetros del modelo cinético.
- 4) Extrapolación a condiciones normales de almacenamiento.
- 5) Predice la vida útil en condiciones reales.

Para un grado de deterioro dado y el orden de la reacción, la constante de velocidad es inversamente proporcional al tiempo en alcanzar algún grado de pérdida de calidad, aplicando la siguiente ecuación 1.6 (Carrillo, 2016).

$$Q_{10} = \frac{VU_{T_1}}{VU_{T_1+10}} \quad 1.6$$

Donde:

Q_{10} : representa la razón de las constantes de velocidad de reacción a las temperaturas mencionadas.

VU_{T_1} : vida útil del producto a T_1 .

VU_{T_1+10} : vida de anaquel a $T_2 = T_1 + 10^\circ C$

1.4.4. Composición nutricional de la harina de plátano

La harina de plátano presenta un color café claro y su composición nutricional es muy variada, no posee azúcares ni hidratos de carbono sencillos, ya que los más abundantes son los hidratos de carbono complejos como el almidón, debido a eso no es apto para consumirlo crudo por su difícil digestión. La harina es rica en minerales como hierro, potasio y calcio; además tiene vitamina A y B como se observa en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Valor nutricional de la harina de plátano en base a 100 gramos (Funiber, 2019)

Nutrientes	Cantidad
Energía (kcal)	307
Proteína	3,90
Grasa Total (g)	0,50
Colesterol (mg)	0
Glúcidos	80,60
Fibra (g)	0,90
Calcio (mg)	26
Hierro (mg)	4,40
Yodo (g)	0
Vitamina A (mg)	6,67
Vitamina C (mg)	0
Vitamina D (mg)	-
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12 (mg)	-
Folatos (g)	0

1.4.5. Composición nutricional

En el proyecto integrador anterior se determinó por laboratorio certificado el valor nutricional de la premezcla de galletas, la que tiene como base harina de trigo y harina de plátano, en una relación de 4:1 respectivamente. Los elementos que más sobresalen en la composición nutricional son: sodio, carbohidratos, azúcares y proteínas como se observa en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Composición Nutricional de Premezcla de Galletas (Delgado y Jaramillo, 2019)

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de la porción: 30 g aprox.		
Porciones por envase: 17 aprox.		
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	503 KJ (120 Kcal)	
Energía de grasa (Calorías de grasa)	42KJ (10 Kcal)	
		% VDR
Grasa total	1 g	2%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	105 mg	4%
Carbohidratos totales	23 mg	8%
Azúcares	8 g	
Proteína	3 g	6%
*Los Porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 Kcal)		

1.4.6. Composición nutricional premezcla colada

En el proyecto integrador anterior se determinó por laboratorio certificado el valor nutricional de la premezcla de colada, la que tiene como base: harina de trigo 30%, harina de plátano 20%, almidón de yuca 20%, harina de avena 12,38% harina de soya 4,8%. Los elementos que más sobresalen en la composición nutricional son: sodio, carbohidratos, azúcares, proteínas y grasa totales, como está detallado en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Composición Nutricional de Premezcla de Colada (Delgado y Jaramillo, 2019)

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de la porción: 100 g aprox.		
Porciones por envase: 10 aprox.		
Cantidad por porción		
Energía (Calorías)	1550 KJ (370 Kcal)	
Energía de grasa (Calorías de grasa)	168 KJ (40 Kcal)	
		% VDR
Grasa total	4 g	6%
Colesterol	6 mg	2%
Sodio	520 mg	22%
Carbohidratos totales	72 mg	24%
Azúcares	9 g	
Proteína	10 g	20%
*Los Porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 Kcal)		

Con las formulaciones obtenidas en el proyecto integrador anterior de premezclas de galletas y colada se determinará la especificación de la calidad del producto y el tiempo de vida útil.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales

- Harina de plátano de la Asociación de Productores y Comercializadores Luz del Carmen-Manabí.
- Premezcla de colada (Ingredientes: Harina de trigo 30%, almidón de yuca 20%, harina de plátano 20%, harina de avena 12,38%, harina de soya 4,8%, leche en polvo 4%, esencia de vainilla 2,5%, panela en polvo 2%, goma xanthan 2%, canela en polvo 1,2%, sal 0,8%, benzoato de sodio 0,28%, ácido cítrico 0,04%). (Desarrollo elaborado en el término I-2019).
- Premezcla de galletas (Ingredientes: Harina de trigo 37%, azúcar morena 23,69%, azúcar blanca 23,69%, harina de plátano 9,2%, leche en polvo 2,77%, esencia de vainilla 1,85%, polvo de hornear 1,5%, sal 0,46%). (Desarrollo elaborado en el término I-2019).
- Fundas ziploc de polietileno de baja densidad con sello hermético de marca Supermaxi.
- Kit amilosa y amilopectina de Megazime, K-AMYL 12/16 (Granotec).

2.2. Caracterización de la harina de plátano

Con la harina de plátano que es la materia prima principal de las dos premezclas (colada y galletas). Se realizó un análisis de control de calidad aplicando los siguientes parámetros como se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Parámetros de control de la harina de plátano

Parámetros	Metodología
Proteína	Método de Combustión Dumas
Grasa	NTE INEN 0523
Humedad	NTE INEN 518
pH	NTE INEN 526
Granulometría	NTE INEN 517
Amilosa y amilopectina	Espectrofometría

Elaborado por: Germán Galán, 2019

2.2.1. Determinación de proteína

Se realizó el análisis de proteína de la harina de plátano en el Analizador Automático Carbono/Nitrógeno Elemental modelo Vario Macro Cube (Alemania), mediante el método de combustión Dumas, que consiste en determinar el contenido total de nitrógeno de una muestra de 50 mg habitualmente orgánica. Los resultados se indican en forma de porcentaje de nitrógeno (%) y se los convierte en proteínas al multiplicar por un factor (6,25) siguiendo la norma ISO/TS 16634-2:2009.

2.2.2. Determinación de grasa

Se pesaron 2 g de harina de plátano para determinar el contenido de grasa utilizando el equipo Extractor Soxhlet, Tecnal (Brasil), las muestras fueron evaluadas por duplicado. La fórmula para el cálculo del contenido de grasa es la ecuación 2.1.

$$G = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100 \quad 2.1$$

Donde:

G : contenido de grasa en % de masa.

m_2 : masa de la muestra en g.

m_1 : masa del balón vacío en g.

m : masa del balón con grasa en g.

2.2.3. Determinación de humedad

Se pesaron 2 g de harina de plátano, utilizando la estufa BIOBASE, modelo: BOV-V225F (China), a temperatura de 60 °C por 6 horas hasta obtener peso constante, las muestras fueron evaluadas por duplicado aplicando la norma INEN 0518.

2.2.4. Determinación de pH

Se pesó 10 g de muestra y se disolvió en 90 ml de agua destilada, se agitó y se midió el pH en el equipo pHmetro Milwaukee, modelo MW102 (Rumania). Las muestras se realizaron por duplicado.

2.2.5. Granulometría de la harina de plátano

Se pesaron 100 g de harina de plátano y se procedió a realizar el tamizado, utilizando los tamices N° 80 (180 μm), N° 100 (150 μm), N° 140 (106 μm) y N° 200 (75 μm) de la marca Fisherbrand TEST SIEVE, ASTM E-11 STANDARD (USA) para el equipo BIOBASE, modelo: BK-TS200 (China), efectuando el procedimiento por duplicado.

Los resultados se muestran mediante gráficas % Acumulado vs $D_{p_{\text{medio}}}$ (mm), para esto se necesita calcular el diámetro de partícula que pasa a través de dos tamices consecutivos, para ello se utilizó la ecuación 2.2.

$$D_{p_{\text{medio}}} = \frac{A_p + A_r}{2} \quad 2.2$$

Donde:

$D_{p_{\text{medio}}}$: diámetro medio de partícula entre dos aperturas consecutivas.

A_p : apertura de malla que deja pasar la masa (mm).

A_r : apertura de malla que contiene la masa retenida (mm).

Para estimar el diámetro de partícula que se obtuvo en el proceso de molienda se emplea la ecuación 2.3:

$$D_p = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta X_i}{D_{p_{\text{medio}}}}} \quad 2.3$$

Donde:

D_p : diámetro superficial.

ΔX : fracción o proporción en peso retenido.

$D_{p_{\text{medio}}}$: diámetro medio de partícula entre dos aperturas consecutivas.

Además, para obtener el porcentaje retenido y el porcentaje acumulado cernido se aplicaron las ecuaciones 2.4 y 2.5.

$$\%R = \frac{PT_r - PT}{m} * 100 \quad 2.4$$

Donde:

$\%R$: porcentaje retenido en el tamiz.

PT_r : peso del tamiz más la masa retenida.

PT : peso del tamiz.

m : cantidad de muestra que se tamiza.

$$\%A_c = 100 - \%R \quad 2.5$$

Donde:

$\%A_c$: porcentaje acumulado cernido en el tamiz.

$\%R$: porcentaje retenido en el tamiz.

2.2.6. Determinación de amilosa y amilopectina

La determinación de amilosa y amilopectina de la harina de plátano se realizó mediante el Kit Megazime, K-AMYL 12/16 (Granotec), analizando las muestras por espectrofotometría en un rango de 510 nm. Para obtener el resultado se aplicaron las ecuaciones 2.6 y 2.7.

$$\%Amilosa = \frac{\text{absorbancia (sobrenadante con A)}}{\text{absorbancia (almidon total)}} \times \frac{6.15}{9.2} \times \frac{100}{1} \quad 2.6$$

$$\%Amilopectina = 100 - \%Amilosa \quad 2.7$$

2.3. Preparación de la muestra de las premezclas

Las premezclas, al ser una combinación de harinas, presenta una higroscopicidad alta, por lo que el factor más significativo para su deterioro es la humedad, y en este trabajo se consideró este factor.

Las premezclas de colada y galletas se envasaron en presentaciones de 100 g en fundas ziploc de polietileno de baja densidad con sello hermético.

En este ensayo las muestras fueron almacenadas a 25 °C, 45 °C y 55 °C en las estufas modelo DK-42 (USA) y BIOBASE, modelo: BOV-V225F(China) a 45 °C y 55 °C respectivamente a una humedad relativa del 80%.

La humedad de las muestras fue analizada a los 7, 15, 30, 45 y 55 días por duplicado en la Termobalanza KERN, modelo: MLB 50-3 (Alemania), aplicando la Norma Mexicana NMX-F-428-1982.

2.4. Caracterización de las premezclas

Las premezclas se elaboraron en presentaciones de 100 g, para realizar los análisis y el cálculo de tiempo de vida útil. Los análisis realizados a las premezclas se detallan en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Análisis de control para las premezclas

Parámetros	Metodología
pH	NTE INEN 526
Humedad	NTE INEN 518
Granulometría	NTE INEN 517

Elaborado por: Germán Galán, 2019

2.4.1. Determinación de pH

Se pesaron 10 g de muestra y se aplicó el mismo procedimiento detallado en el literal 2.2.4.

2.4.2. Determinación de humedad

Se pesaron 2 g de muestra, luego se las colocó en la Termobalanza KERN, modelo: MLB 50-3 (Alemania), aplicando la Norma Mexicana NMX-F-428-1982. Este ensayo se realizó a los tiempos de 30 y 45 días a 3 diferentes temperaturas 25 °C, 45 °C y 55 °C donde se determinó por diferencia de peso la humedad. Las muestras fueron evaluadas por duplicado.

2.4.3. Granulometría de las premezclas

Se aplicó la técnica detallada en el literal 2.2.5.

2.5. Modelo matemático tiempo de vida útil

Se ha establecido que el deterioro de los alimentos sigue modelos matemáticos de orden cero u orden uno, para eso hay que determinar la orden de reacción para realizar los cálculos (Labuza, 1984).

a) **Determinación de la orden de reacción y linealización**

Este paso consiste en integrar la ecuación 2.8 y evaluar los valores de n (0, 1, 2) en la misma, donde se determinó el orden de reacción en función de r^2 .

$$\frac{dA}{dt} = KA^n \quad 2.8$$

Luego, con los valores experimentales de la humedad se calculó el valor de k para cada temperatura, en el cual, el valor de k es la pendiente en la ecuación linealizada 2.9, de orden 1.

$$\ln A = \ln A_o \pm Kt \quad 2.9$$

Donde:

A: humedad critica.

A_o : humedad inicial.

K: constante de cinética de reacción.

t: tiempo.

b) **Determinación de la energía de activación (E_a) y J a la temperatura de almacenamiento**

Con la ecuación 2.10 se relacionó la constante de la velocidad de reacción con la temperatura, para obtener los valores de la energía de activación (E_a) y K_o mediante la ecuación linealizada 2.11.

Ecuación de Arrhenius:

$$K = K_o e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad 2.10$$

Ecuación linealizada:

$$\ln K = \ln K_o - \frac{E_a}{RT} \quad 2.11$$

Donde:

k: constante de velocidad de la reacción de deterioro.

k_o : factor pre-exponencial.

E_a : energía de activación.

R : constante de los gases (1,987 cal/K mol).

T : temperatura absoluta en K.

Luego, con los valores encontrados de E_a y K_o , se procedió a calcular el valor de K con el valor de la temperatura real de almacenamiento, utilizando la ecuación 2.12.

$$K = K_o e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad 2.12$$

c) **Predicción de vida útil de las premezclas**

Con la ecuación 2.14 se procede a calcular el tiempo de vida útil de las premezclas, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el ensayo.

$$t_s = \frac{A - A_o}{K} \quad 2.13$$

Donde:

t_s : tiempo de vida útil.

A_o : humedad inicial.

A : humedad crítica.

K : constante cinética a diferentes temperaturas.

2.6. Diseño de planta

Con el programa CORELAP el cual utiliza la metodología heurística Computerized Relationship Layout Planning se realizó el diseño de la planta, donde se definió la distribución de los espacios de cada área para el proceso de elaboración de las premezclas.

2.6.1. Diagrama de flujo

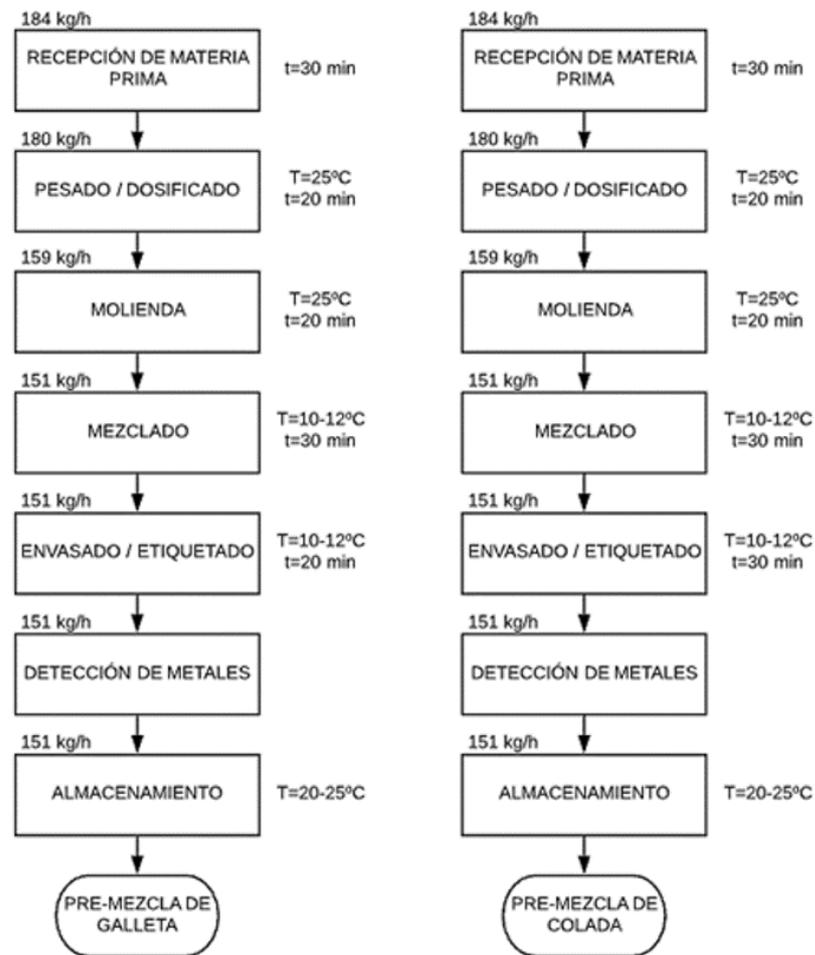


Figura 2.1 Diagrama de flujo de la elaboración de las premezclas (Delgado & Jaramillo, 2019)

2.7. Costos

Para los costos se consideraron algunos aspectos tales como: la materia prima, el material de empaque, los equipos a implementar, la mano de obra directa e indirecta. Y para los costos indirectos se consideraron los servicios básicos de energía eléctrica, agua y gas.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Caracterización de harina de plátano

En la Tabla 3.1 se presentan los resultados obtenidos de los análisis de calidad para la harina de plátano, además se calcularon los rangos de tolerancia (+/-) con la finalidad de que en el proceso de producción se estandarice estos parámetros. Los valores obtenidos son cercanos a la norma mexicana NOM-247-SSA1-2008 demostrando que el producto elaborado en control de varios lotes cumple con los requisitos de calidad para ser comercializado.

Estos datos son cercanos a los encontrados por Lucas et al. (2013) en su estudio de caracterización de la harina de plátano de la variedad *Musa sapientum* L. Para el contenido de amilosa y amilopectina (16,13 – 83,87) los datos también fueron similares a los encontrados por Aparicio et al. (2000) quien obtuvo entre 11,15 y 17,20 % de amilosa.

Tabla 3.1 Parámetros de calidad y rango de tolerancia de la harina de plátano

Parámetros	Promedio	Límite superior de control (LSC)	Límite inferior de control (LIC)	Rango de Tolerancia (+/-)
pH	5,79 (0,01)	5,81	5,77	0,04
Grasa (g)	0.53 (0,13)	0.79	0.27	0,52
Humedad (%)	3,31 (0,49)	4,28	2,33	1,94
Proteína (%)	3,66 (0,31)	4,28	3,04	1,24
Amilosa (%)	16,13 (0,71)	17,54	14,72	2,82
Amilopectina (%)	83,87 (0,71)	85,28	82,46	2,82

Elaborado por: Germán Galán, 2019

3.2. Tamaño de partícula

En la Tabla 3.2 se muestran los valores de distribución granulométrica de la harina de plátano donde el mayor porcentaje de retención fue en el tamiz N° 80, con un tamaño de partícula de 0.18 mm (180 μ m). La Figura 3.1 muestra la distribución acumulada de cernido y retenido.

Tabla 3.2 Porcentaje de acumulado-cernido del tamaño de partícula de la harina de plátano

N° tamiz	Tamaño de abertura (µm)	Dpi medio (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	% Acumulados retenidos	% Acumulados cernidos
80	180	1,65	20,70	17,99%	17,99%	82,01%
100	150	1,28	5,04	5,80%	23,80%	76,20%
140	106	0,91	9,32	10,72%	34,51%	65,49%
200	75	0,38	9,66	10,13%	44,64%	55,36%
		0	55,30	55,36%	100,00%	0,00%
		Total	100,00			

Elaborado por: Germán Galán, 2019

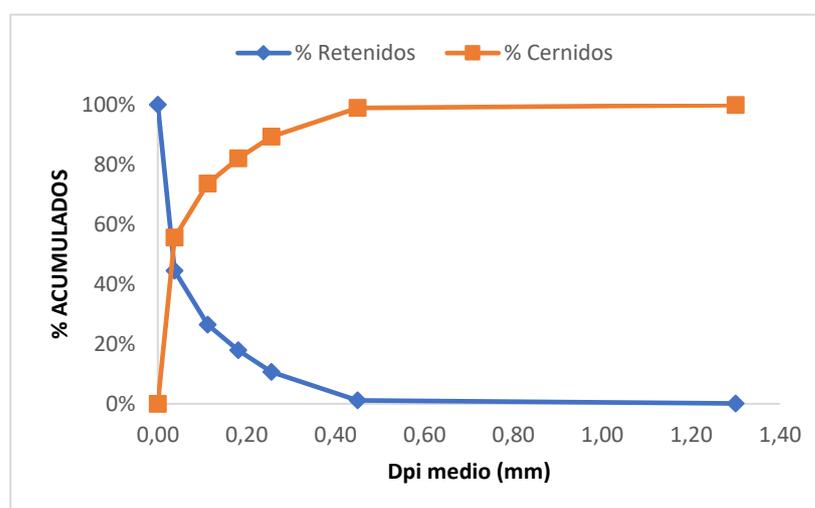


Figura 3.1 Porcentaje de acumulados cernidos y retenidos de harina de plátano

Elaborado por: Germán Galán, 2019

3.3. Caracterización de las premezclas

3.3.1. Determinación de pH

La Tabla 3.3 indican los datos de pH donde el valor de la premezcla de galleta fue similar al estudio realizado por Loza et al. (2017) el cual obtuvo un rango de pH entre 5,65 – 7,32. Para la premezcla de colada el valor encontrado difiere al de Vásquez et al. (2017) pudiendo ser por el uso de diferentes materias primas para elaborar la premezcla.

Tabla 3.3 pH de las premezclas con rango de tolerancia

Premezcla	Promedio	Límite superior de control (LSC)	Límite inferior de control (LIC)	Rango de Tolerancia (+/-)
Colada	3,78 (0,03)	3,81	3,70	0,11
Galleta	6,43 (0,03)	6,50	6,36	0,14

Elaborado por: Germán Galán, 2019

3.3.2. Tamaño de partículas de las premezclas

En la Tabla 3.4 se muestran los valores de distribución granulométrica de la premezcla de colada, donde el mayor porcentaje de retención fue en el tamiz N° 100, con tamaño de partícula de 0.15 mm (150 μ m). La Figura 3.2 muestra la distribución acumulada de cernido y retenido.

Tabla 3.4 Porcentaje de acumulado-cernido del tamaño de partícula de la premezcla de colada

N° tamiz	Tamaño de abertura (μ m)	Dpi medio (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	% Acumulados retenidos	% Acumulados cernidos
80	180	1,65	18,31	18,25%	18,25%	81,75%
100	150	1,28	80,29	80,27%	98,53%	1,47%
140	106	0,91	1,40	1,47%	100,00%	0,00%
200	75	0,38	0,00	0,00%	100,00%	0,00%
		0	0,00	0,00%	100,00%	0,00%
		Total	100,00			

Elaborado por: Germán Galán, 2019

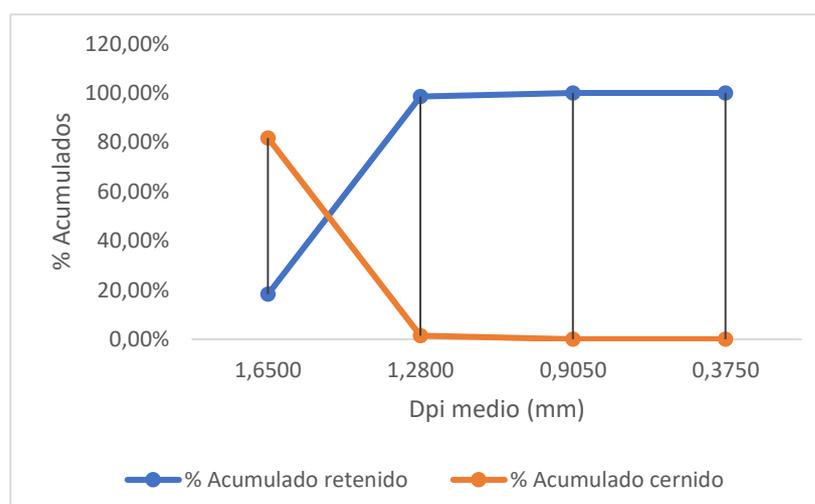


Figura 3.2 Porcentaje de acumulados cernidos y retenido de la premezcla de colada

Elaborado por: Germán Galán, 2019

En la Tabla 3.5 se muestran los valores de distribución granulométrica de la premezcla de galleta donde el mayor porcentaje de retención fue en el tamiz N° 100, con tamaño de partícula de 0.15 mm (150 μ m). La Figura 3.3 muestra la distribución acumulada de cernido y retenido.

Tabla 3.5 Porcentaje de acumulado-cernido del tamaño de partícula de la premezcla de galleta

N° tamiz	Tamaño de abertura (μ m)	Dpi medio (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	% Acumulados retenidos	% Acumulados cernidos
80	180	1,65	30,42	30,21%	30,21%	69,79%
100	150	1,28	69,25	69,50%	99,70%	0,30%
140	106	0,91	0,33	0,30%	100,00%	0,00%
200	75	0,38	0,00	0,00%	100,00%	0,00%
		0	0,00	0,00%	100,00%	0,00%
		Total	100,00			

Elaborado por: Germán Galán, 2019

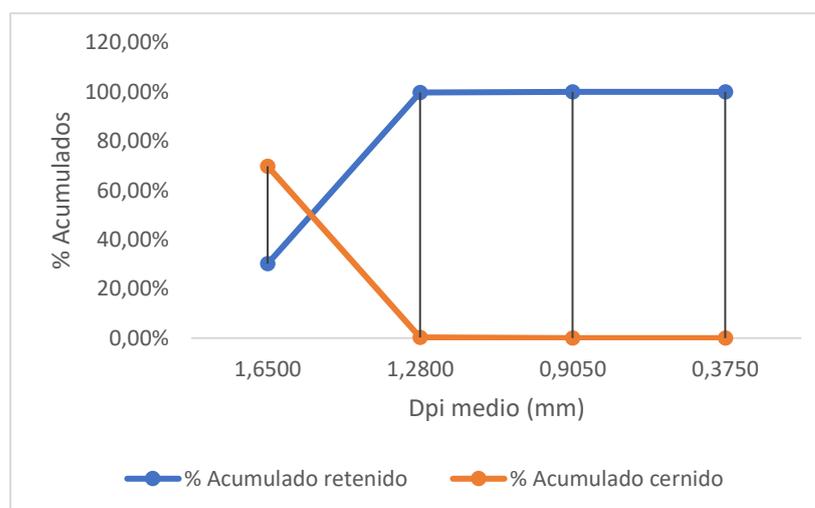


Figura 3.3 Porcentaje de acumulados cernidos y retenidos de premezcla de galletas

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Estos valores de tamaño de partícula contribuyen a la solubilidad de las premezclas cuando se reconstituyen para su consumo final.

3.4. Determinación de humedad para el modelo de tiempo de vida útil

Al Aplicar el programa Minitab Statistical Software versión 17, para realizar la estadística de los datos obtenidos se encontró que no se determinaban diferencias significativas entre las temperaturas de ensayo en los diferentes tiempos para las pre mezclas, como se detalla en el (Apéndice A), razón por la que se aplicó el método LSD de Fisher con una confianza de 95%, con lo cual se obtiene que existen diferencias significativas entre la temperatura 25°C (T₁) y la 55°C (T₃) como se observa en la Tabla 3.6, mientras que para la premezcla de galleta no se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas a lo largo del tiempo como se observa en la Tabla 3.7.

Tabla 3.6 Porcentaje de humedad de la premezcla de colada a temperaturas de (25 °C, 45 °C, 55 °C) en diferentes tiempos de control

% HUMEDAD			
Tiempo (días)	Temperatura °C		
	25	45	55
0	6,30(0,02) ^a	6,30 (0,02) ^a	6,30(0,02) ^a
15	7,40(0,03) ^a	8,20(0,03) ^a	9,30(0,03) ^b
30	8,10(0,02) ^a	9,40(0,03) ^a	10,10(0,02) ^b
45	9,30(0,03) ^a	9,70(0,02) ^a	10,80(0,02) ^b
55	10,10(0,02) ^a	10,60(0,02) ^a	11,50(0,02) ^b

Los índices a, b indican diferencias significativas entre temperatura a un mismo tiempo

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Tabla 3.7 Porcentaje de humedad de la premezcla de galleta a temperaturas de (25 °C, 45 °C, 55 °C) en diferentes tiempos de control

% HUMEDAD			
Tiempo (días)	Temperatura °C		
	25	45	55
0	3,10(0,02) ^a	3,10(0,02) ^a	3,10(0,02) ^a
15	3,40(0,02) ^a	4,10(0,02) ^a	4,80(0,03) ^a
30	4,20(0,03) ^a	4,70(0,02) ^a	5,60(0,02) ^a
45	4,90(0,02) ^a	5,60(0,03) ^a	6,20(0,02) ^a
55	5,80(0,01) ^a	6,20(0,02) ^a	6,80(0,02) ^a

Los índices a, b indican diferencias significativas entre temperatura a un mismo tiempo

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Los datos de las Tablas 3.6 y 3.7 tienen similitud con los estudios realizados por Alves et al. (2012), Cunha et al. (2014), Borges et al. (2008), Galdino et al. (2016), Milde et al. (2017) y Murugkar et al. (2011) quienes trabajaron con rangos de temperaturas de 25 °C a 60 °C y rangos de humedad relativas de 30% a 80% con la finalidad de determinar la estabilidad de producción y almacenamiento de harinas y premezclas.

3.5. Modelo matemático para la predicción del tiempo de vida útil de las premezclas

En las Figuras 3.4 y 3.5 se presentan las variaciones de humedad de las premezclas a 55 días y a temperaturas de 25°C, 45°C y 55°C, observando que, a 55°C, la humedad en ambas premezclas aumenta más rápido que las otras temperaturas. Esto se debe a que al aumentar la temperatura el fenómeno de transferencia de masa se acelera hacia el interior del empaque provocando la ganancia de agua en las premezclas (Bustamante, 2015).

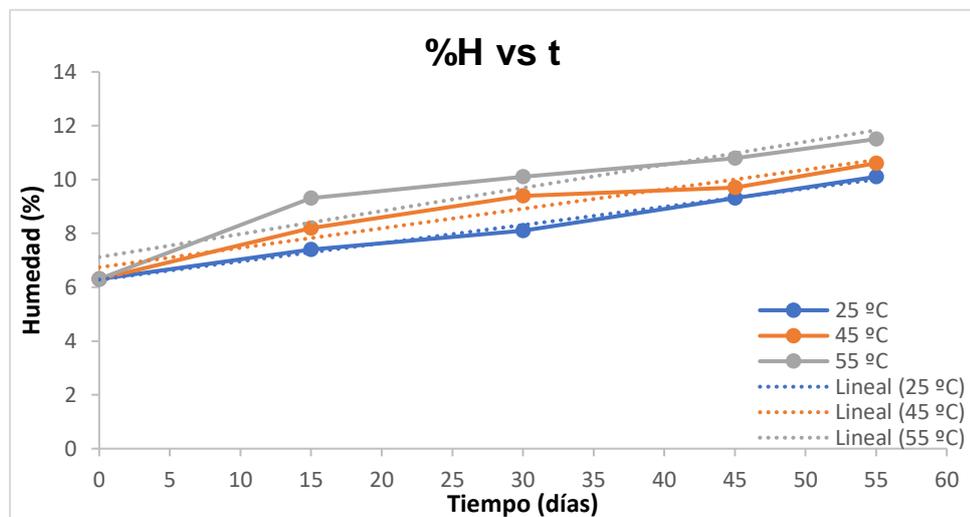


Figura 3.4 Porcentaje de humedad en función del tiempo de la premezcla de colada

Elaborado por: Germán Galán, 2019

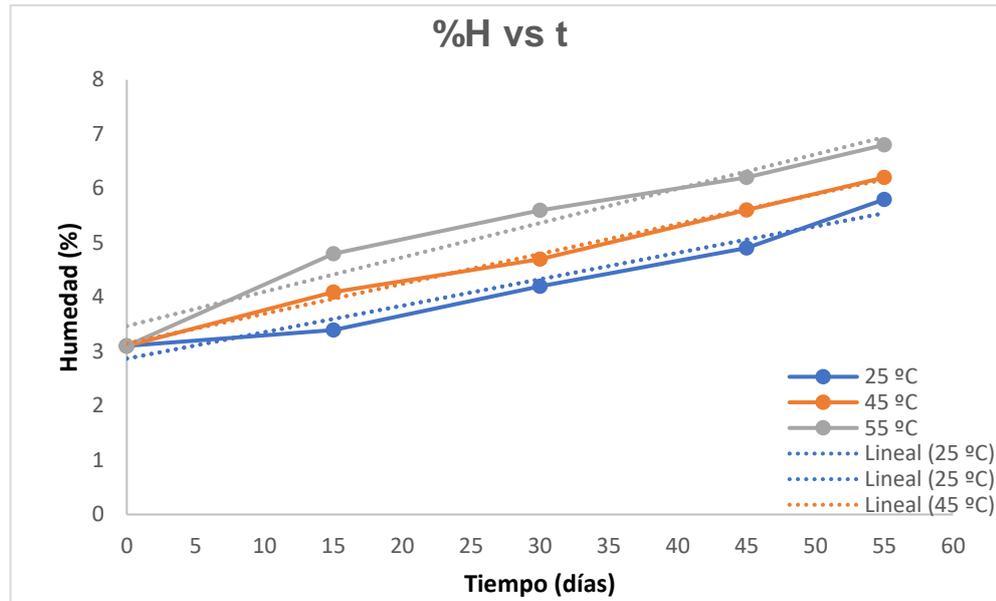


Figura 3.5 Porcentaje de humedad en función del tiempo de la premezcla de galleta

Elaborado por: Germán Galán, 2019

En las Tabla 3.8 y 3.9 se muestran los valores de coeficiente de determinación (r^2), pendiente (k) e intercepto de cada una de las temperaturas de las premezclas. Estos resultados se obtuvieron al modelar los datos en una ecuación linealizada donde la ordenada fue el % de humedad y la abscisa el tiempo.

Tabla 3.8 Valores de la velocidad de reacción (k) para la premezcla de colada a 25°C, 45°C, 55°C

T (°C)	r^2	Pendiente (k) (días ⁻¹)	Intercepto
25	0,9928	0,0677	6,2804
45	0,9397	0,0725	6,7387
55	0,8903	0,0857	7,1158

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Tabla 3.9 Valores de la velocidad de reacción (k) para la premezcla de galleta a 25°C, 45°C, 55°C

T (°C)	r^2	Pendiente (k) (días ⁻¹)	Intercepto
25	0,9586	0,0487	2,8689
45	0,9952	0,0557	3,0437
55	0,9556	0,0632	3,4680

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Se aplicó la ecuación de Arrhenius (ápice 2.16), para determinar la constante de velocidad K_T donde el subíndice T es la temperatura a la cual se va a determinar el tiempo de vida útil de 20°C. Para K_T , se obtuvo un valor de 0,0046 y 0,0048 para las premezclas de colada y galleta respectivamente, estos valores fueron diferentes a los reportados por Pumas et al. (2018) de 0,0097, debido a que su investigación se realizó en galletas de soda con una humedad crítica (H_c) del 12%. En la Tabla 3.10 se muestran los valores de energía de activación de las premezclas.

Tabla 3.10 Determinación de la energía de activación (E_a) de las premezclas

Premezcla	$-E_a$ (KJ/mol)	K_T (20°C)	H_c (%)
Colada	6	0,0046	15
Galleta	7	0,0048	10

Elaborado por: Germán Galán, 2019

En la Tabla 3.11 se determinó los diferentes tiempos de vida útil a las diferentes temperaturas ensayadas.

Tabla 3.11 Tiempo de vida útil de las premezclas a 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C

Tiempo de vida útil (T.V.U)			
E_a (KJ/mol)	T°C	Premezcla colada (días)	Premezcla galleta (días)
6	20	138	--
	25	131	--
	30	125	--
	35	118	--
7	20	--	157
	25	--	149
	30	--	141
	35	--	133

Elaborado por: Germán Galán, 2019

3.6. Análisis microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos de las premezclas de colada y galleta a temperaturas de 25 °C, 45 °C y 55 °C fueron analizadas a los 55 días y los resultados del análisis de *Salmonella Spp.*, fue ausencia en todas las muestras

analizadas. Las muestras fueron analizadas por el método AOAC 21 st 967.26. Los resultados se muestran en el Apéndice B.

3.7. Diseño de planta

El tamaño de la planta está basado en la capacidad de producción, la que está estimada aproximadamente para 1200 kg de harina de plátano y 6400 kg de premezcla de colada y 3000 kg de premezcla de galleta. En la Figura 3.6 se muestra el flujo del proceso mientras que, en la Figura 3.7 se describe la nomenclatura de cada área de la planta.

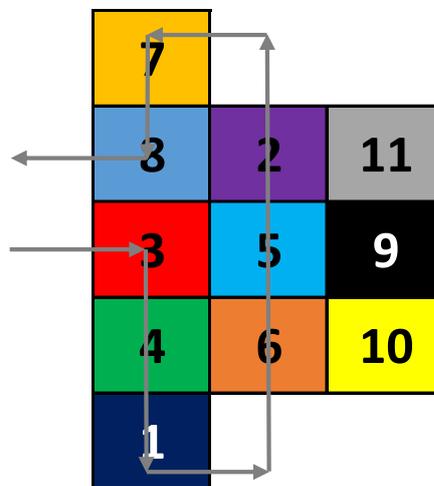


Figura 3.6 Layout de la planta

Elaborado por: Germán Galán, 2019

ENVASADO (7)		
ALMACENAMIENTO (8)	MOLIENDA (2)	BAÑOS (11)
RECEPCIÓN/PELADO (3)	MEZCLADO (5)	MATERIA PRIMA (9)
CORTADO (4)	TAMIZADO (6)	OFICINAS (10)
SECADO (1)		

Figura 3.7 Nomenclatura de las áreas de la planta

Elaborado por: Germán Galán, 2019

En la Figura 3.8 se muestra la planta con un área de construcción de 461 m². En el plano se indica con colores las distintas áreas, que ya fueron identificados en la Figura 3.7, además se puede observar los distintos accesos a cada una de las instalaciones.

Actualmente la planta tiene un área de 86 m², con la incorporación de equipos y distribución de área para la producción de las premezclas se va a requerir aumentar un área de 375 m².

3.8. Estimación de costos

Para la estimación de costos de considero una producción de 10 lotes semanales entre las premezclas (50:50), con un peso de 300kg por premezclas (288 Ton/año). Se considero un margen de contribución del 13% para ambas premezclas y un P.V.P. por unidad de \$1,40 para la premezcla de colada y \$1,35 para la premezcla de galleta.

3.8.1. Costos directos

Para los costos directos se consideró el costo de materia prima y los costos de mano de obra directa tomando en cuenta un salario a pagar de \$400,00 por una jornada de 8 horas por 5 días a la semana. Los cálculos de costos de materia prima y mano de obra directa se indican en el Apéndice D-I.

El costo anual de materia prima para ambas premezclas es de \$37.320,76. La mano de obra directa tendrá un costo anual de \$28.800,00.

3.8.2. Costos indirectos

Para los costos indirectos de las premezclas se consideró los costos de mano de obra indirecta, gastos administrativos y ventas, materiales indirectos, suministros como se indica en el Apéndice D-II.

3.8.3. Punto de equilibrio

Para estimar la cantidad de unidades a vender necesarias para recuperar la inversión se utilizó los datos de la tabla 3.12. En la Tabla 3.13 se muestran el punto de equilibrio para las premezclas en unidades y precio.

Tabla 3.12 Costos fijos y variables

Producto	Costos	Total (\$)
Premezcla de colada	Fijos	18.725,00
	Variables	54.974,93
Premezcla de galletas	Fijos	18.725,00
	Variables	39.945,83

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Tabla 3.13 Punto de equilibrio

Producto	Unidades	Valor (\$)
Premezcla de colada	14353	20.094,94
Premezcla de galletas	15344	20.853,23

Elaborado por: Germán Galán, 2019

3.8.4. Flujo de caja

Para el flujo de caja anual se realizó un balance de equipos el cual se muestra en el apéndice D-III que nos sirvió para calcular el ingreso neto por venta de activos fijos considerando una depreciación de 10 años.

En el apéndice D-IV se muestran los flujos de caja anuales con una proyección de 5 años de ambas premezclas. También se detallan para las premezclas el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la tasa mínima de retorno (TMAR), estos valores sirven para determinar si el proyecto es o no viable. Analizando los datos de la Tabla 3.25 se obtuvo valores positivos de VAN y que el TMAR es menor al TIR, con lo cual se puede decir que el proyecto es viable económicamente.

Tabla 3.14 Valores de VAN y TIR de flujos de caja de ambas premezclas

Premezcla	VAN (\$)	TMAR (\$)	TIR (%)
Colada	169.911,00	13	62
Galletas	39.799,00	13	28

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Con los valores que se muestran en las Tablas 3.15 y 3.16 se estimó el periodo de recuperación de la inversión. El valor de plazo estimado de recuperación (Payback) se lo calculó a partir de la ecuación 3.1 dando como resultado un tiempo aproximado de producción y venta 3 años de premezcla de colada y de 4 años para la premezcla de galletas.

$$\text{Payback real} = \text{Último año con valor negativo} \times \frac{|\text{valor desc. del año con valor negativo}|}{\text{F.C.N del año positivo}} \quad 3.1$$

Payback real *colada* = 3,56 años

Payback real *galleta* = 4,25 años

Tabla 3.15 Flujo de caja neto anual y acumulado para premezcla de galleta

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de Caja Neto	\$-75.667	\$17.901	\$20.239	\$23.014	\$26.066	\$95.506
Descontado (13%)	\$-3.372,80	\$9.088,76	\$9.133,83	\$9.144,75	\$9.126,23	\$39.984,55
Flujo Acumulado	\$-3.372,80	\$-4.284,04	\$-5.150,21	\$-6.005,46	\$-6.879,24	\$13.105,31

Elaborado por: Germán Galán, 2019

Tabla 3.16 Flujo de caja neto anual y acumulado para premezcla de colada

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de Caja Neto	\$-92.371	\$52.571	\$55.795	\$62.125	\$69.088	\$159.618
Descontado (13%)	\$-71.724,80	\$21.668,11	\$21.379,21	\$21.065,03	\$20.730,04	\$55.591,94
Flujo Acumulado	\$-71.724,80	\$50.056,69	\$28.677,48	\$-7.612,45	\$13.117,59	\$68.709,54

Elaborado por: Germán Galán, 2019

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Durante los análisis de calidad de la harina y las premezclas los parámetros de humedad y pH no tuvieron diferencias significativas en comparación con otros estudios científicos de alimentos similares. Logrando así la caracterización de las premezclas y la harina de plátano y cumpliendo la norma mexicana NOM-247-SSA1-2008 y norma colombiana NTC 2799.
- Las premezclas presentaron características microbiológicas aptas durante el período de 55 días de almacenamiento a temperaturas de 25°C, 45°C, 55°C, cumpliendo con la Norma NTE INEN 3084:2008 para premezclas de harinas.
- Las premezclas fueron sometidas a temperaturas de 25°C, 45°C, 55°C durante 55 días de control, el parámetro evaluado fue la humedad aumentando con respecto al tiempo. A pesar del aumento de humedad las premezclas nunca sobrepasaron la humedad crítica permitidas por la norma.
- Se determinó el tiempo de vida útil de las premezclas mediante el modelo matemático de Arrhenius, a diferentes temperaturas, se obtuvo a 25°C (temperatura ambiente) un tiempo aproximado de 131 días para la premezcla de colada y 149 días para la premezcla de galletas con una energía de activación de 6 y 7 respectivamente; estos ensayos se realizaron en fundas de polietileno de baja densidad (fundas ziplock).
- Se realizó un diseño de planta para la ubicación de las diferentes áreas para la producción de la harina de plátano y de las 2 premezclas identificando que la asociación deberá implementar 375 m² para la instalación de los equipos.
- Para la viabilidad económica del proyecto, se realizó un flujo de caja neto con proyección a 5 años, obteniendo un VAN de \$ 169.911,00, un TIR de 62% y considerando una TMAR del 13% para la premezcla de colada, un VAN de \$ 39.799,00, un TIR de 28% y considerando una TMAR del 13%

para la premezcla de galletas, podemos decir que el proyecto es viable para las dos premezclas con tiempo aproximado de recuperación de 4 años.

4.2. Recomendaciones

- Para lograr la estandarización total del proceso de elaboración de harina de plátano y las premezclas de colada y galleta se debe seleccionar la materia prima con el mismo grado de maduración para obtener un producto de calidad.
- Para confirmar los datos del tiempo de vida útil de las premezclas se recomienda realizar un ensayo más crítico aplicando las isotermas de absorción de manera que se puedan obtener datos más exactos para la energía de activación.
- Para ajustar el volumen de producción se recomienda realizar un estudio de mercado para determinar la viabilidad de venta de las premezclas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrahar-Murugkar, D. (2011). Influence of storage and packaging conditions on the quality of soy flour from sprouted soybean.
- Agualongo, S. E. (2018). *Estudio de la estabilidad del aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) a diferentes condiciones de inhibición oxidativa.* . (Tesis de pregrado), UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO , Ambato, Ecuador.
- Alves, R. M. (2012). Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificad. *Brazilian Journal of Food Technology* .
- Antonio Vega, E. L. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (Zea mays L.). *Food Science and Technology*, 821-827.
- Aparicio, T. (2000). Comportamiento fisicoquímico y reológico de los almidones nativos y modificados de yuca (Manihot esculenta), camote (Ipomoea batata (L.) AM), plátano enano (Musa Cavendish).
- Araya-Quesada, Y. (2014). Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto de grasa para geles cárnicos . *LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY* , 50-60.
- Borges, A. d. (2008). Stability of cake pre-mixture made with 60% of green banana flour.
- Bustamante-Oyague, B. (2015). Estudio de la vida útil de galleta salada mediante la ecuación de Arrhenius (Tesis pregrado). Universidad del Callao.
- Carrillo, G. (2016). ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL DE JAMÓN DE CERDO MEDIANTE PRUEBAS ACELERADAS . *Interciencia* , 488-491.
- Cunha, C. R. (2014). Stability of porridge pre-mixture made with Brazil nut flour and green banana flour with and without milk powder. *Food Science and Technology*.
- FUNIBER. (23 de Octubre de 2019). *Composición Nutricional*. Obtenido de Composición Nutricional: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/HARINA-DE-PLATANO-5>
- Galdino, P. O. (2016). Stability of cactus-pear powder during storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.
- Hernández, J. (2015). *ELABORACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO (Musa paradisiaca) A TRES TEMPERATURAS DIFERENTES PARA ESTABLECER LOS PORCENTAJES DE HUMEDAD.* (Tesis de pregrado), ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ", Manabí, Ecuador.
- Inungaray, M. L. (2013). Vida útil de los alimentos . *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias* .

J., M.-F. (2016). *ESTIMACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL MEDIANTE PRUEBAS ACELERADAS EN FRESA ENTERA EN BOLSA DE POLIETILENO Y PULPA DE FRESA CONGELADA*. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

Jacinto Barreto, E. C. (22 de Octubre de 2019). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/21252630/HARINA_DE_PLATANO

Jacinto Barreto, E. C. (22 de Octubre de 2019). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/21252630/HARINA_DE_PLATANO

Loza, A. (2017). Development of functional cookies with wheat flour, banana flour (*Musa paradisiaca*), sesame seeds (*Sesamum indicum*) and storage stability . *Scientia Agropecuaria*.

Margarita Núñez, R. H. (Mayo de 2017). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/322701856_METODOLOGIA_PARA_LA_ESTIMACION_DE_LA_VIDA_UTIL_DE_LOS_ALIMENTOS_II_METODOS_DE_ESTIMACION

Milde, L. B. (2017). Premezcla de fécula de mandioca para pastas. Características químicas y vida útil en anaquel. *Química y vida útil* .

Núñez, M. (Mayo de 2013). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/264933994_METODOS_DE_ESTIMACION_DE_LA_VIDA_UTIL_DE_LOS_ALIMENTOS

Pereira, T. (2017). VIDA DE ANAQUEL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EXTRUIDA, ELABORADA POR EL MOLINO SAN MIGUEL E.I.R.L, MEDIANTE PRUEBAS DE VIDA ÚTIL ACELERADAS. *UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, Lambayeque, Perú*.

Puma, G. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. *La Molina*, 218-225.

Ramírez-Miranda, M. (2014). DETERMINACION DE LAS ISOTERMAS DE SORCION Y LAS PROPIEDADES TERMODINAMICAS DE HARINA DE MAIZ NIXTAMALIZADA . *Revista Mexicana de Ingeniería Química* , 165-178.

Sánchez-Chávez. (2015). Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) y miel de abeja . *Scientia Agropecuaria Sitio* , 111-118.

Sánchez-González. (2016). Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 215-222.

Uyaguari, E. E. (2014). *VALORACIÓN DE LA HARINA DE BANANO (Musa sapientum) SEGÚN SUS GRADOS DE COSECHA EN LAS VARIETADES VALERY, CAVENDISH GIGANTE y FILIPINO*. (Tesis de pregrado), UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA , Machala, Ecuador.

Valencia C. S. Y, R. H. (2011). Cinética de la deshidratación y control de la oxidación en manzana Granny smith, mediante la aplicación de diferentes métodos de secado. *Revista Tumbaga*, 7-16.

Vásquez-Osorio, D. (2017). Formulación de una colada empleando harina de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) proveniente del proceso de obtención de aceite. *Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia* .

Vidal, N. (28 de Octubre de 2019). *AINIA*. Obtenido de AINIA: <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/3-metodos-para-estimar-la-vida-util-de-un-producto-de-alimentacion/>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Resultado del aprueba de Fisher de la premezcla colada

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
t1	5	9,56	A
t2	5	8,78	AB
t3	5	7	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Resultado del aprueba de Fisher de la premezcla galleta

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
t1	5	4,98	A
t2	5	4,66	A
t3	5	3,90	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

APÉNDICE B

Análisis de premezcla colada a 25 °C, 45 °C, 55 °C

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 20-01/0018-M004

Datos del Cliente

Nombre:	COJITAMBO TERAN WILSON XAVIER	Teléfono:	0991268744
Dirección:	CDLA. MARTHA DE ROLDOS MZ 110 V 8		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla en polvo para colada (T:25°C)	Código muestra:	20-01/0018-M004
Marca comercial:	N/A	Lote:	01
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	08/11/2019
Envase:	Funda ziploc polipropileno	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	10/01/2020
Fecha análisis:	10/01/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	100 g		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 967.28 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente. Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 20-00100.

Informe: 20-01/0018-M005

Datos del Cliente

Nombre:	COJITAMBO TERAN WILSON XAVIER	Teléfono:	0991268744
Dirección:	CDLA. MARTHA DE ROLDOS MZ 110 V 8		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla en polvo para colada (T:45°C)	Código muestra:	20-01/0018-M005
Marca comercial:	N/A	Lote:	01
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	08/11/2019
Envase:	Funda ziploc polipropileno	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	10/01/2020
Fecha análisis:	10/01/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	100 g		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 987.28 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente. Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 20-00101.

Informe: 20-01/0018-M006

Datos del Cliente

Nombre:	COJITAMBO TERAN WILSON XAVIER	Teléfono:	0991268744
Dirección:	CDLA. MARTHA DE ROLDOS MZ 110 V 8		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla en polvo para colada (T:55°C)	Código muestra:	20-01/0018-M008
Marca comercial:	N/A	Lote:	01
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	06/11/2019
Envase:	Funda ziploc polipropileno	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	10/01/2020
Fecha análisis:	10/01/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	100 g		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 987.26 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente. Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 20-00102.

Análisis de premezcla galleta a 25 °C, 45 °C, 55 °C

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 20-01/0018-M001

Datos del Cliente

Nombre:	COJITAMBO TERAN WILSON XAVIER	Teléfono:	0991268744
Dirección:	CDLA. MARTHA DE ROLDOS MZ 110 V 8		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla en polvo para galletas (T:25°C)	Código muestra:	20-01/0018-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	01
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	08/11/2019
Envase:	Funda ziploc polipropileno	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	10/01/2020
Fecha análisis:	10/01/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	100 g		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 987.26 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente.

Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 20-00097.

Informe: 20-01/0018-M002

Datos del Cliente

Nombre:	COJITAMBO TERAN WILSON XAVIER	Teléfono:	0991268744
Dirección:	CDLA. MARTHA DE ROLDOS MZ 110 V 8		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla en polvo para galletas (T:45°C)	Código muestra:	20-01/0018-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	01
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	08/11/2019
Envase:	Funda ziploc polipropileno	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	10/01/2020
Fecha análisis:	10/01/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	100 g		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 967.26 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente. Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 20-00098.

Informe: 20-01/0018-M003

Datos del Cliente

Nombre:	COJITAMBO TERAN WILSON XAVIER	Teléfono:	0991268744
Dirección:	CDLA. MARTHA DE ROLDOS MZ 110 V 8		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla en polvo para galletas (T:55°C)	Código muestra:	20-01/0018-M003
Marca comercial:	N/A	Lote:	01
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	08/11/2019
Envase:	Funda ziploc polipropileno	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	10/01/2020
Fecha análisis:	10/01/2020	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	100 g		
Presentaciones:	100 g		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 987.26 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente. Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 20-00099.

APÉNDICE C

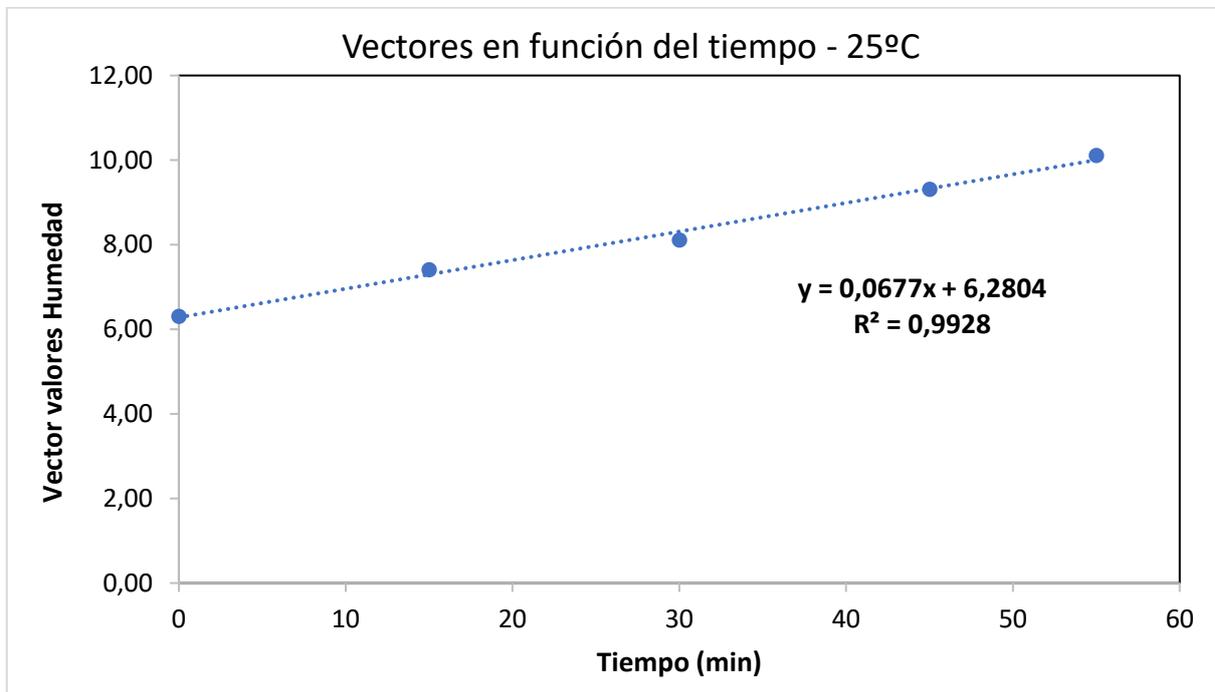
C-I

Premezcla de colada

Line #1: Temperatura 25 °C

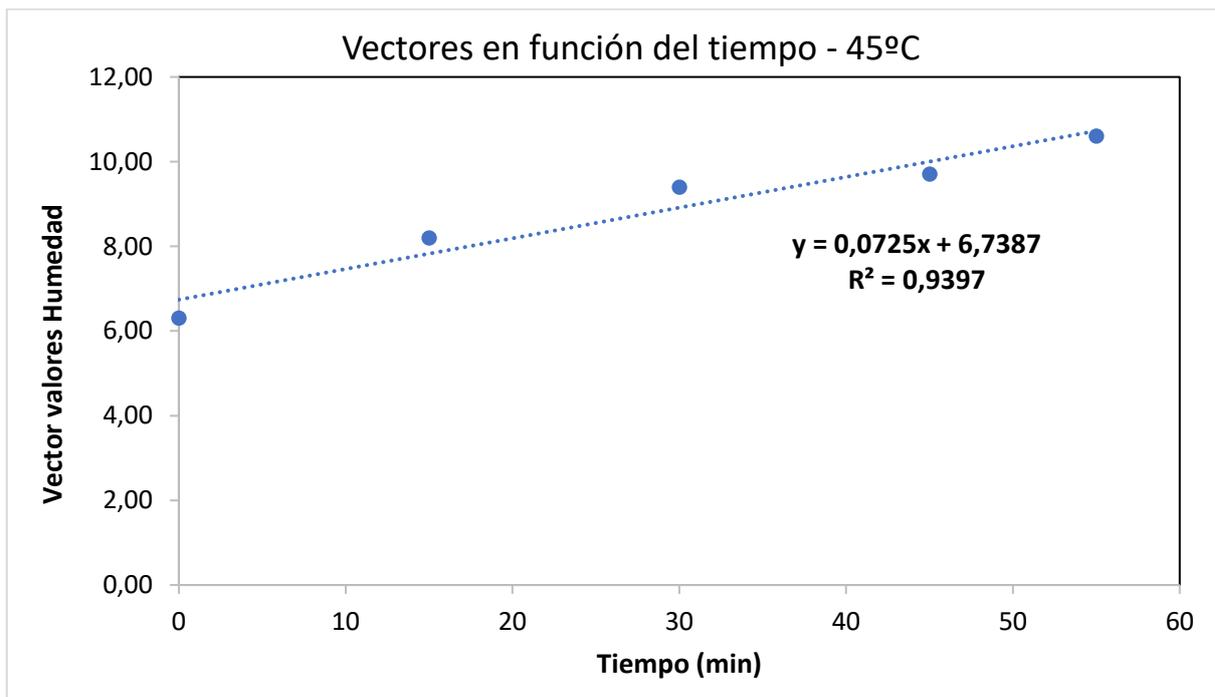
25 °C

	Tiempo	M1	M2	M3	Atributo Promedio
1	0	6,3	6,3	6,3	6,30
2	15	7,43	7,41	7,37	7,40
3	30	8,12	8,1	8,09	8,10
4	45	9,33	9,31	9,27	9,30
5	55	10,09	10,12	10,1	10,10



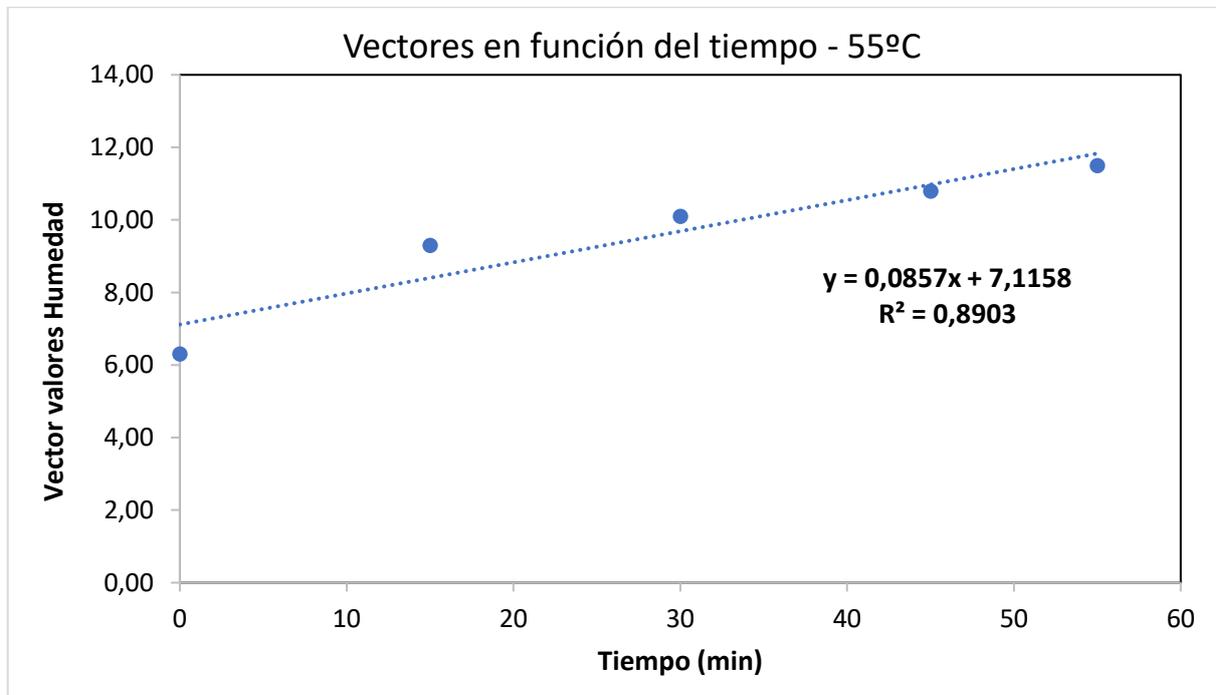
Line #2: Temperatura 45 °C 45 °C

	Tiempo	M1	M2	M3	Atributo Promedio
1	0	6,32	6,28	6,31	6,30
2	15	8,17	8,20	8,22	8,20
3	30	9,36	9,41	9,42	9,40
4	45	9,72	9,70	9,69	9,70
5	55	10,62	10,58	10,61	10,60



Line #3: Temperatura 55 °C 55 °C

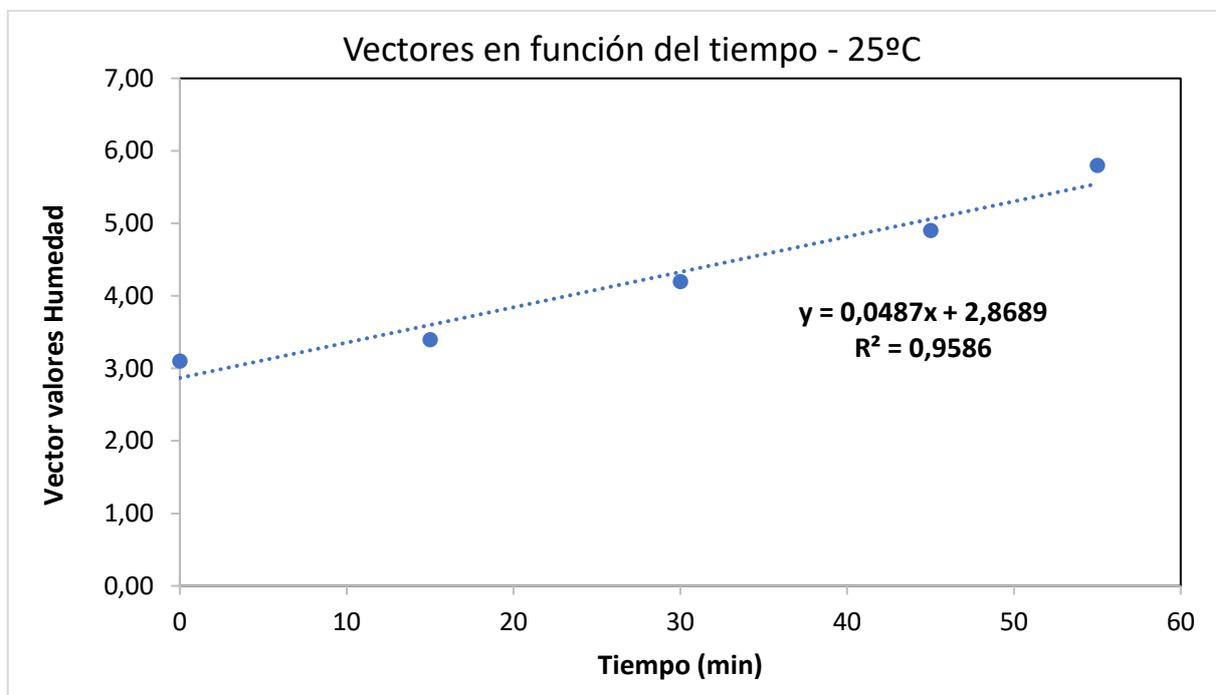
	Tiempo	M1	M2	M3	Atributo Promedio
1	0	6,32	6,28	6,31	6,30
2	15	9,33	9,30	9,28	9,30
3	30	10,11	10,08	10,12	10,10
4	45	10,82	10,79	10,78	10,80
5	55	11,52	11,50	11,49	11,50



Premezcla de galleta

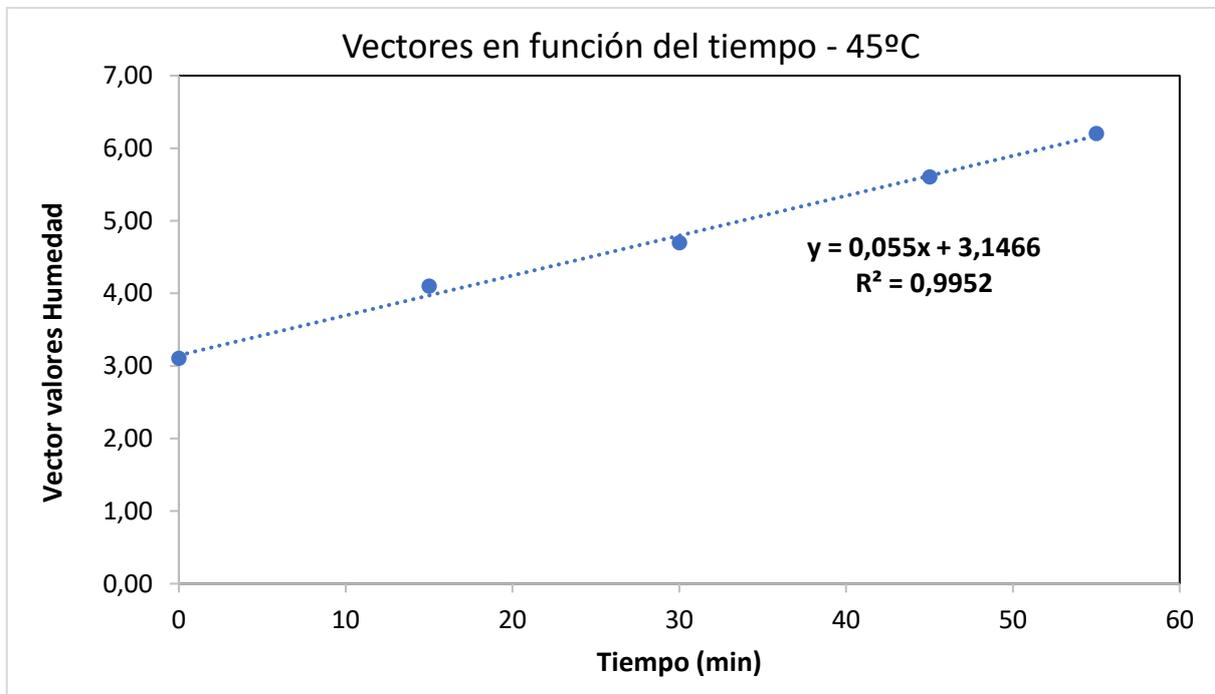
Line #1: Temperatura 25 °C 25 °C

	Tiempo	M1	M2	M3	Atributo Promedio
1	0	3,12	3,09	3,10	3,10
2	15	3,38	3,41	3,40	3,40
3	30	4,23	4,19	4,18	4,20
4	45	4,92	4,90	4,89	4,90
5	55	5,81	5,79	5,80	5,80



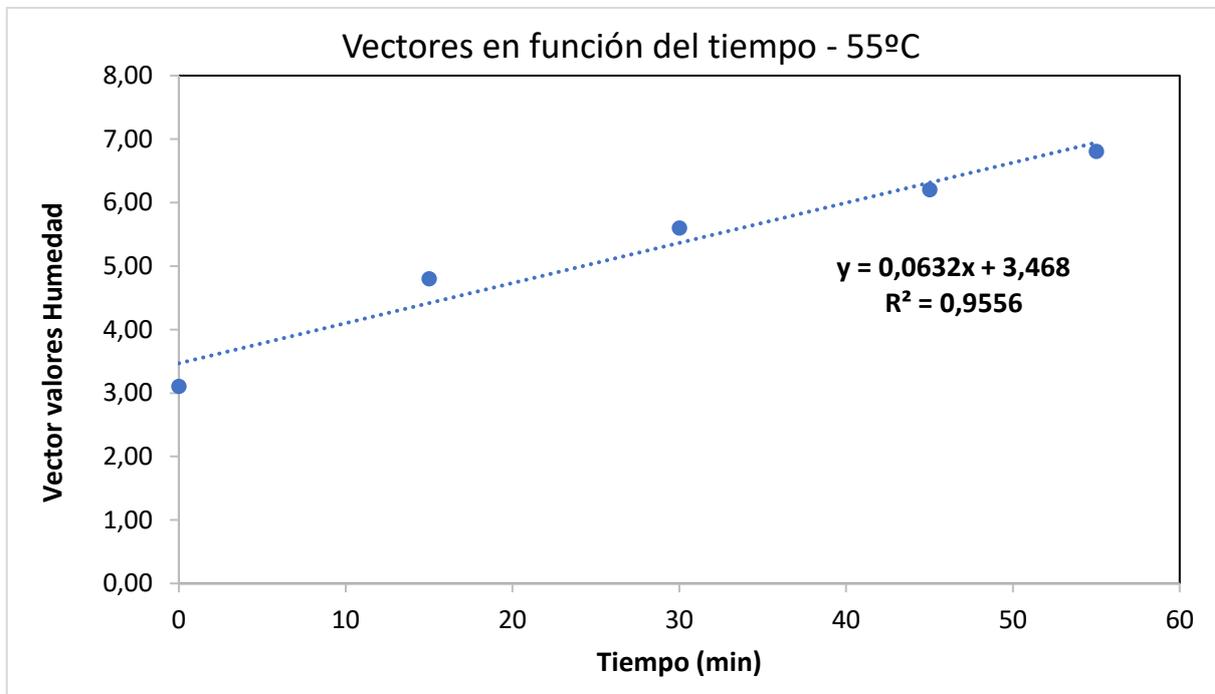
Line #2: Temperatura 45 °C 45 °C

	Tiempo	M1	M2	M3	Atributo Promedio
1	0	3,12	3,09	3,10	3,10
2	15	4,08	4,10	4,11	4,10
3	30	4,71	4,68	4,70	4,70
4	45	5,63	5,60	5,58	5,60
5	55	6,21	6,22	6,18	6,20



Line #3: Temperatura 55 °C 55 °C

	Tiempo	M1	M2	M3	Atributo Promedio
1	0	3,12	3,09	3,1	3,10
2	15	4,81	4,79	4,8	4,80
3	30	5,61	5,6	5,58	5,60
4	45	6,17	6,23	6,21	6,20
5	55	6,79	6,80	6,82	6,80



C-II

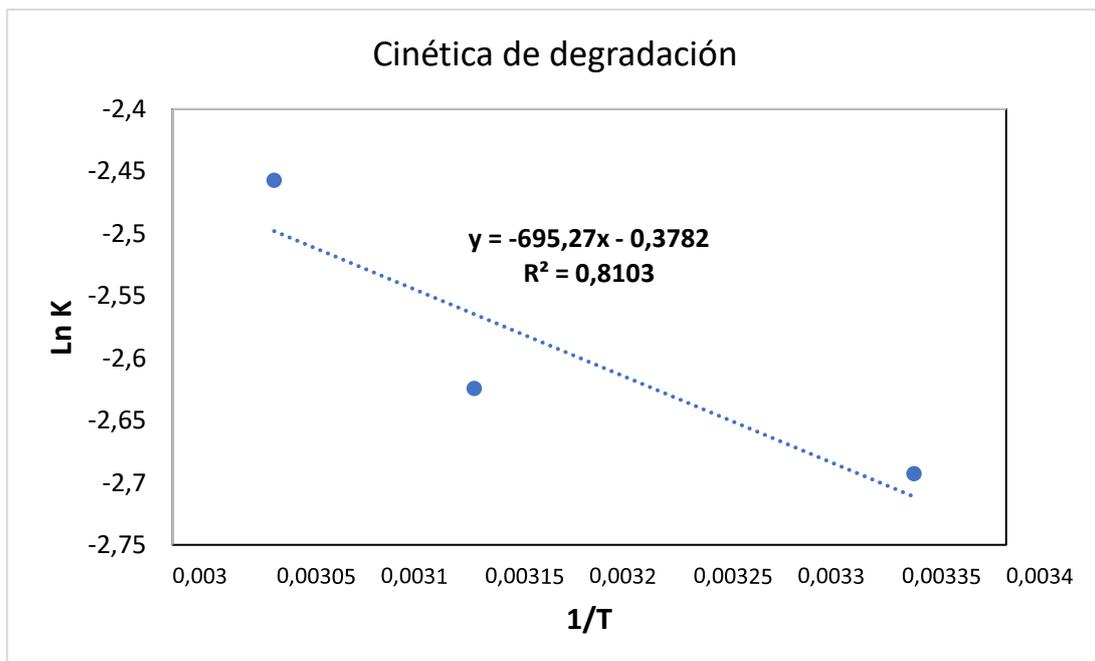
Cálculo de la energía de activación y valor K premezcla colada

Vectores	Temperatura	Modelo	Pendiente
V1	25	$y = 0,0677x + 6,2804$	0,0677
V2	45	$y = 0,0725x + 6,7387$	0,0725
V3	55	$y = 0,0857x + 7,1158$	0,0857

T (°C)	K	Ln K	1/T (°K)
25	0,0677	-2,692669099	0,003355705
45	0,0725	-2,624168717	0,003144654
55	0,0857	-2,456902453	0,00304878

Constante	Valor	Unidad
R	0,082	atmf * L/mol °K
R	0,0083	Kj/mol °K
R	8,33	J/mol °K

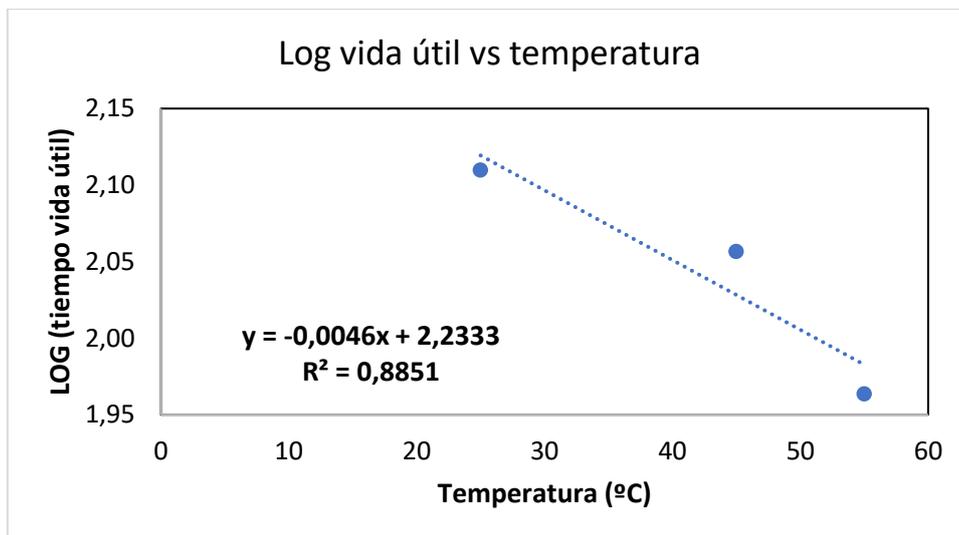
Pendiente -695
Intercepto -0,378
Ea 6



Vector	Temperatura °C	Modelo	t vida útil días
Vector 1	25	$y = 0,0677x + 6,2804$	128,7976366
Vector 2	45	$y = 0,0725x + 6,7387$	113,9489655
Vector 3	55	$y = 0,0857x + 7,1158$	91,99766628

t vida útil días	Temperatura °C	Log (t. v. u.)
129	25	2,109908
114	45	2,056710
92	55	1,963777

T (°C)	tiempo estimado días	
25	2,1198	131
20	2,1428	138
45	2,0278	106
55	1,9818	96
60	1,9588	91



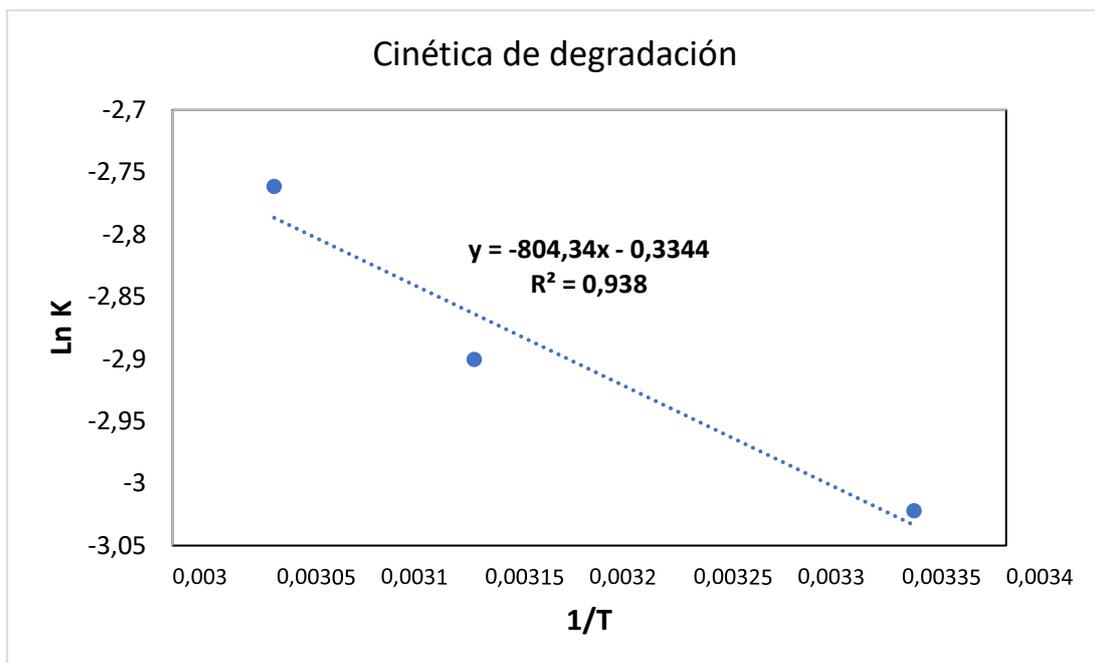
Cálculo de la energía de activación y valor K premezcla galleta

Vectores	Temperatura	Modelo	Pendiente
V1	25	$y = 0,0487x + 2,8689$	0,0487
V2	45	$y = 0,055x + 3,1466$	0,055
V3	55	$y = 0,0632x + 3,468$	0,0632

T (°C)	K	Ln K	1/T (°K)
25	0,0487	-3,022076249	0,003355705
45	0,055	-2,900422094	0,003144654
55	0,0632	-2,761450978	0,00304878

Constante	Valor	Unidad
R	0,082	atmf * L/mol °K
R	0,0083	Kj/mol °K
R	8,33	J/mol °K

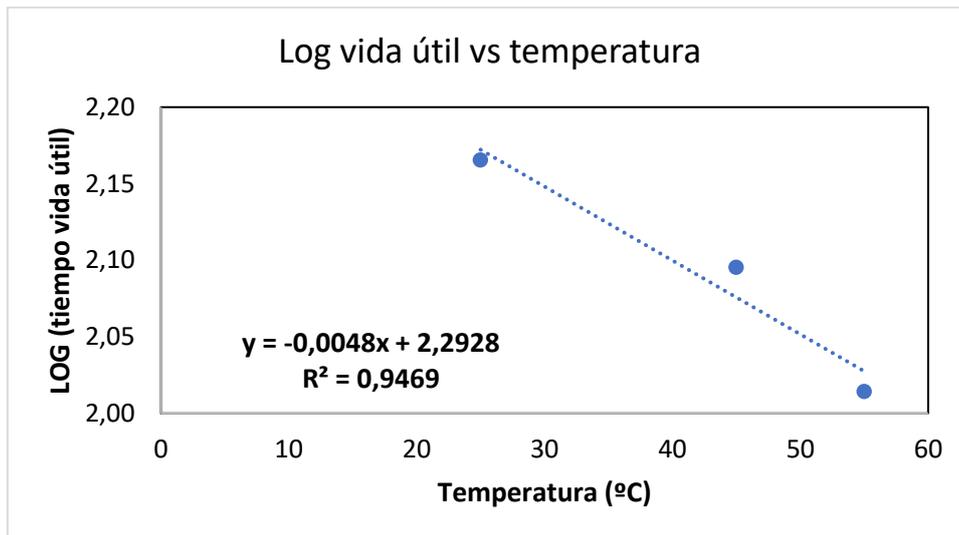
Pendiente -804
Intercepto -0,334
Ea 7



Vector	Temperatura °C	Modelo	t vida útil días
Vector 1	25	$y = 0,0487x + 2,8689$	146,4291581
Vector 2	45	$y = 0,055x + 3,1466$	124,6072727
Vector 3	55	$y = 0,0632x + 3,468$	103,3544304

t vida útil días	Temperatura °C	Log (t. v. u.)
146	25	2,165628
125	45	2,095543
103	55	2,014329

T (°C)	tiempo estimado días	
20	2,1428	157
25	2,1198	149
30	2,0968	141
35	2,0738	133
38	2,06	129



APÉNDICE D

D-I

Costos directos

Ingredientes	Porcentaje (%)	Cantidad usada en formulación (g)	precio/g	precio*cantidad
Almidón de yuca	20	50	0,0028	0,138
Harina de plátano	20	50	0,0016	0,080
Harina de trigo	30	75	0,0018	0,132
Harina de avena	12,38	30,45	0,0017	0,051
Harina de soya	4,8	11,75	0,0050	0,059
Sal	0,8	2	0,0005	0,001
Benzoato de sodio	0,28	0,7	0,0004	0,000
Goma xanthan	2	5	0,0009	0,005
Ac. Cítrico	0,04	0,1	0,0360	0,004
Leche en polvo	4	10	0,0076	0,076
Vainilla	2,5	6,25	0,0720	0,450
Canela en polvo	1,2	3,75	0,0227	0,085
Panela en polvo	2	5	0,0023	0,011
TOTAL	100	250		1,091

Formulación	Porcentaje (%)	cantidad / unidad (g)	precio	precio*cantidad
Harina de trigo	36,83	184,15	0,00176	0,324
Harina de plátano	9,21	46,05	0,0016	0,074
Azúcar morena	23,69	118,45	0,00093	0,110
Azúcar blanca	23,69	118,45	0,00095	0,113
Esencia de vainilla	1,85	9,25	0,0097	0,090
Leche en polvo	2,77	13,85	0,00755	0,105
Polvo de hornear	1,5	7,5	0,015	0,113
Sal	0,46	2,3	0,0005	0,001
TOTAL	100	500		0,929

Costo anual de materias primas para ambas premezclas

Costo anual de las materias primas		
Costos de MP Anual 288Ton	GALLETAS	\$ 11.145,8340
	COLADA	\$ 26.174,9280
Costos de MP Totales		\$ 37.320,7620

Mano de obra directo

Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor Mensual	Valor Anual
Montacarguista	\$400,00	1	\$400,00	\$4.800,00
Obreros del área de producción	\$400,00	1	\$400,00	\$4.800,00
Bodeguero	\$400,00	4	\$1.600,00	\$4.800,00
Total				\$14.400,00

D-II

Costos indirectos

Mano de Obra Indirecta

Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor Mensual	Valor Anual
Ayudante producción	\$500,00	1	\$500,00	\$6.000,00
Jefe de Producción/Calidad	\$700,00	1	\$700,00	\$8.400,00
Total				\$14.400,00

Materiales Indirectos

Material Indirecto	Unidad	Cant. Unid.	C. Unitario	V. Anual
Fundas de BOOP	Rollo x 100	36000	\$0,02	\$720,00
Cartón - galleta	unidad	12000	\$0,03	\$360,00
Cartones de empaque	Unidad	2000	\$0,34	\$680,00
Cinta de embalaje	Unidad	100	\$0,28	\$28,00
Total				\$1.788,00

Suministros de Producción

Suministros	Cantidad	Unidad	Costo Un.	Valor Anual
Energía Eléctrica	60580	Kw-Hr	\$ 0,05	\$ 3.029,00
Combustible Diesel	800	Galones	\$ 1,06	\$ 848,00
Agua	3000	m3	\$ 0,22	\$ 660,00
Total				\$ 4.537,00

Otros Suministros

Otros Suministros	Cantidad	Unidad	Costo Un.	Valor Anual
Cloro liquido	6	Galón	\$1,64	\$9,84
Botiquín y remedios	1	Unidad	\$37,53	\$37,53
Escobas	3	Unidad	\$2,41	\$7,23
Cofia	6	Paquete	\$5,50	\$33,00
Total				\$87,60

Suministros de Fabricación

Denominación	Valor Total
Suministros de producción	\$2.537,00
Otros suministros	\$87,60
Total – Suministros de Fabricación	\$2.624,60

Gastos administrativos

Sueldos al Personal Administrativo

Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor Mensual	Valor Anual
Gerente General	\$900,00	1	\$900,00	\$10.800,00
secretaria	\$400,00	1	\$400,00	\$4.800,00
limpieza	\$400,00	1	\$400,00	\$4.800,00
Total				\$20.400,00

Gastos Generales

Activos	Costos	V. útil años	Valor residual	Valor a depreciar	Depreciación Anual
Servicios Contaduría	\$74,00				\$888,00
Suministros de oficina	\$30,00				\$360,00
Total					\$1.248,00

Gastos Administrativos

Descripción	Valor Total
Gastos Generales	\$ 1.248,00
Sueldos al personal Administrativo	\$ 20.400,00
Total	\$ 21.648,00

Gastos de ventas

Sueldos al Personal de Ventas

Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor Mensual	Valor Anual
Transporte	\$250,00	1	\$250,00	\$3.000,00
Total				\$3.000,00

Gastos por Concepto de Publicidad y Promoción			
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Publicidad de radio	12	\$11,00	\$132,00
Total			\$132,00

Gastos de Venta	
Descripción	Valor Total
Gastos Generales	\$ 132,00
Sueldos al personal de ventas	\$ 3.000,00
Total	\$ 3.132,00

Elaborado por: Cojitambo & Galán, 2019

D-III

Balance de Equipos						
Ítem	Cant. (Unidades)	C. Unitario (\$)	C. Total (\$)	Vida útil (años)	Valor liquidación (\$)	Ingreso Total (\$)
Molino	1	\$680	\$680	10	\$340	\$340
tamizadora	1	\$2.500	\$2.500	10	\$1.250	\$1.250
Balanza digital	2	\$300	\$600	10	\$300	\$600
Mezcladora	1	\$1.200	\$1.200	10	\$600	\$600
tolvas de almacenamiento	2	\$730	\$1.460	10	\$730	\$1.460
Elevador	1	\$800	\$800	10	\$400	\$400
Montacarga	1	\$1.200	\$1.200	10	\$600	\$600
Envasadora/ Etiquetadora	1	\$770	\$770	10	\$385	\$385
Depósito almacenamiento	1	\$800	\$800	10	\$400	\$400
Detector de metales	1	\$890	\$890	10	\$445	\$445
			\$10.900			\$6.480
			Inversión Inicial Equipos			\$6.480

D-IV

Flujo de caja de la premezcla colada

	0	1	2	3	4	5
Precio de Venta		\$1,46	\$1,40	\$1,40	\$1,40	\$1,40
Producción		\$139.536,00	\$153.489,60	\$168.838,56	\$185.722,42	\$200.288,88
Ingresos por Venta		\$204.042	\$215.608	\$237.169	\$260.886	\$281.347
\$0,10 Costos Operacionales		\$13.318	\$14.649	\$16.114	\$17.726	\$19.116
\$20.400,00 Sueldos Administrativos		\$20.400	\$20.400	\$20.400	\$20.400	\$20.400
\$6.480,00 Seguros		\$6.480	\$6.480	\$6.480	\$6.480	\$6.480
\$1.401 Depreciación		\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401
Utilidad antes de Participación de Trabajadores		\$162.443	\$172.677	\$192.773	\$214.879	\$233.950
55% Participación de Trabajadores		\$89.344	\$94.973	\$106.025	\$118.183	\$128.672
Utilidad antes de Impuestos		\$73.099	\$77.705	\$86.748	\$96.695	\$105.277
30% Impuestos		\$21.930	\$23.311	\$26.024	\$29.009	\$31.583
Utilidad Neta		\$51.169	\$54.393	\$60.724	\$67.687	\$73.694
(+) Depreciación		\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401
(-) Inversiones	\$17.128					
(-) Inversión por capital de trabajo	\$75.243					
(+) Recuperación de Capital de trabajo						\$75.243
(+) Ingreso neto por venta de A.F.						\$9.280
(+) Valor de desecho económico del proyecto						
Flujo de caja neto	\$-92.371	\$52.571	\$55.795	\$62.125	\$69.088	\$159.618
Tasa de descuento (TMAR)	13%					
VAN	\$169.911					
TIR	62%					

Flujo de caja de la premezcla galleta

	0	1	2	3	4	5
Precio de Venta		\$1,36	\$1,35	\$1,35	\$1,35	\$1,35
Producción		\$66.096,00	\$72.705,60	\$79.976,16	\$87.973,78	\$94.873,68
Ingresos por Venta		\$89.827	\$98.169	\$107.986	\$118.785	\$128.101
\$0,14 Costos Operacionales		\$9.168	\$10.084	\$11.093	\$12.202	\$13.159
\$20.400,00 Sueldos Administrativos		\$20.400	\$20.400	\$20.400	\$20.400	\$20.400
\$6.480,00 Seguros		\$6.480	\$6.480	\$6.480	\$6.480	\$6.480
\$1.401 Depreciación		\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401
Utilidad antes de Participación de Trabajadores		\$52.378	\$59.803	\$68.612	\$78.301	\$86.661
55% Participación de Trabajadores		\$28.808	\$32.892	\$37.737	\$43.066	\$47.663
Utilidad antes de Impuestos		\$23.570	\$26.912	\$30.875	\$35.236	\$38.997
30% Impuestos		\$7.071	\$8.073	\$9.263	\$10.571	\$11.699
Utilidad Neta		\$16.499	\$18.838	\$21.613	\$24.665	\$27.298
(+) Depreciación		\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401	\$1.401
(-) Inversiones	\$17.128					
(-) Inversión por capital de trabajo	\$58.539					
(+) Recuperación de Capital de trabajo						\$58.539
(+) Ingreso neto por venta de A.F.						\$8.268
(+) Valor de desecho económico del proyecto						
Flujo de caja neto	\$-75.667	\$17.901	\$20.239	\$23.014	\$26.066	\$95.506
Tasa de descuento (TMAR)	13%					
VAN	\$39.799					
TIR	28%					