

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Establecer el efecto del empleo de un antioxidante en la vida útil de dos
variedades de maní ecuatoriano para confitería”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN CIENCIAS ALIMENTARIAS

Presentada por:

Luis Manuel Crespo Reyes

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que
de un modo u otro
colaboraron en la
realización de este
trabajo y especialmente
a mi Padre Dios

DEDICATORIA

A mi papi Lucho
que está en el cielo,
a mi madre Libia,
a Zayra, mi esposa,
a Dome y a Romi,
mis pedazos de cielo en la tierra.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Msc. Ing. Karin Coello O.
DELEGADA DEL DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Msc. José Suárez M.
CO-DIRECTOR

Msc. María Morales R.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento De Graduación de la ESPOL)

Luis Manuel Crespo R.

Resumen

Uno de los principales problemas del Maní Tostado sobre el cual se desarrollará este trabajo, es que es un subproducto de la industria confitera ecuatoriana, existiendo una oferta de maní tostado con poca vida útil, siendo una desventaja para la industria chocolatera y heladera ecuatoriana en su fabricación y comercio. En el país existen cuatro variedades de maní que se cultivan, al norte de la provincia del Guayas así como en toda la provincia de Manabí. Según datos del INIAP, se estima una producción de cerca de 500 Toneladas de maní por año los cuales entre el 20% y 10% se industrializa en la confitería, teniendo menor porcentaje de grasa. El resto de la producción se destina al cultivo de maní con alto contenido de grasa, el cual es utilizado por los campesinos para la producción de Pasta de Maní para uso de los platos típicos de la cocina ecuatoriana. Esta pasta es comercializada en los mercados y no es aprovechada por industrias consolidadas, debido a que el sistema vial no es ideal y no existe un centro de acopio técnico con buenas prácticas agrícolas que cumpla con los estándares para que sea apto para el uso industrial.

En este trabajo se compararán las características del efecto de los antioxidantes en la vida útil del Maní tostado considerando sus variedades con bajo y alto contenido grasa, el cual será tratado con y sin antioxidantes. Se desarrollará un Diseño experimental factorial que propone encontrar diferencias significativas en cuanto a la calidad organoléptica, inocuidad, rendimiento y otros parámetros físico-químicos como índice de rancidez y humedad final. Así mismo, se propone analizar el valor energético del costo de operaciones. Se espera escoger la mejor opción considerando la mejor variedad de maní grasa o no grasa y el tipo de tratamiento, que incremente el tiempo de vida de anaquel. Esta selección se implementara en una fábrica productora de maní y se estandarizara el procedimiento a nivel industrial. El trabajo espera, aportar con mejoras tecnológicas que se reflejen en el precio final del producto, destacando que con una mínima inversión se puede llegar hacer competitivo.

Uno de los principales problemas del Maní Tostado sobre el cual se desarrollará este trabajo, es que es un subproducto de la industria confitera ecuatoriana, existiendo una oferta de maní tostado con poca vida útil, siendo una desventaja para la industria chocolatera y heladera ecuatoriana en su fabricación y comercio. En el

país existen cuatro variedades de maní que se cultivan, al norte de la provincia del Guayas así como en toda la provincia de Manabí. Según datos del INIAP, se estima una producción de cerca de 500 Toneladas de maní por año los cuales entre el 20% y 10% se industrializa en la confitería, teniendo menor porcentaje de grasa. El resto de la producción se destina al cultivo de maní con alto contenido de grasa, el cual es utilizado por los campesinos para la producción de Pasta de Maní para uso de los platos típicos de la cocina ecuatoriana. Esta pasta es comercializada en los mercados y no es aprovechada por industrias consolidadas, debido a que el sistema vial no es ideal y no existe un centro de acopio técnico con buenas prácticas agrícolas que cumpla con los estándares para que sea apto para el uso industrial.

En este trabajo se compararán las características del efecto de los antioxidantes en la vida útil del Maní tostado considerando sus variedades con bajo y alto contenido grasa, el cual será tratado con y sin antioxidantes. Se desarrollará un Diseño experimental factorial que propone encontrar diferencias significativas en cuanto a la calidad organoléptica, inocuidad, rendimiento y otros parámetros físico-químicos como índice de rancidez y humedad final. Así mismo, se propone analizar el valor energético del costo de operaciones. Se espera escoger la mejor opción considerando la mejor variedad de maní grasa o no grasa y el tipo de tratamiento, que incremente el tiempo de vida de anaquel. Esta selección se implementara en una fábrica productora de maní y se estandarizara el procedimiento a nivel industrial. El trabajo espera, aportar con mejoras tecnológicas que se reflejen en el precio final del producto, destacando que con una mínima inversión se puede llegar hacer competitivo.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo 1	
1. Generalidades.....	3
1.1. Materias Primas.....	5
1.2. Tipos de Maní.....	8
1.3. Proceso de elaboración del Maní tostado.....	9
1.4. Vida Útil del maní tostado problemática actual.....	12
Capítulo 2	
2. Materiales y Métodos.....	16
2.1. Diseño del experimento para evaluar la Vida Útil.....	16
2.1.1. Variables y Niveles para pruebas experimentales.....	16
2.1.2. Determinación de corridas experimentales.....	20
2.2. Pruebas físicas al Maní Tostado.....	20
2.3. Pruebas químicas al Maní Tostado.....	21
2.4. Pruebas microbiológicas al Maní Tostado.....	22
2.5. Evaluación de tabla sensorial al Maní Tostado.....	23
2.6. Evaluación con el Rancimat para predecir la vida de anaquel.....	24
Capítulo 3	
3. Análisis de resultados de Vida Útil.....	27
3.1. Resultados y análisis estadístico de pruebas físicas y químicas al Maní Tostado.....	27

3.2. Resultados y análisis estadístico de pruebas microbiológicas al Maní Tostado.....	34
3.3. Resultados y análisis de evaluación sensorial al Maní Tostado.....	36
3.4. Formulación y estandarización al Maní Tostado.....	47
3.5. Caracterización al Maní Tostado final.....	48
3.6. Modelo estadístico del envejecimiento.....	48
Capítulo 4	
4. Diseño del proceso y línea de producción del Maní Tostado.....	55
4.1 Determinación de las operaciones de producción de Maní Tostado.....	55
4.2 Selección de equipos adecuados.....	60
4.3 Análisis de costos de fabricación.....	60
Capítulo 5	
5. Conclusiones y recomendaciones.....	64
Bibliografía	
Anexos	

ABREVIATURAS

m	Metros
cm	Centímetros
cc	Centímetros cúbicos
k	Kilo
J	Joule
l	Litro
g	Gramos
µm	micrómetro
ppm	partes por millon
h	Hora
min.	Minuto
s	Segundo
W	Watt
Máx	Máximo
°C	Grados centígrados
K	Grados Kelvin
P	Proteína
G	Grasa
psig	Libra fuerza sobre pulgada cuadrada manométrica
lb	Libra
R	Rendimiento
U	Coefficiente global de transferencia de calor
p-value	Estadístico P
F	Estadístico Fisher
gal	Galón
IIPP	Inventario inicial de producto en proceso
IFPP	Inventario final de producto en proceso
m ²	Metro cuadrado
UFC	Unidades formadoras de colonias
nm	nanómetro

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
#	Número
Δ	Delta
A	Area
γ	Gamma
β	Beta
κ	Kapa
\$	Dólares de los Estados Unidos de Norteamérica
CO	Variedad Charapo sin antioxidante
C1	Variedad Charapo con antioxidante
RO	Variedad Rosita sin antioxidante
R1	Variedad Rosita con antioxidante

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Siembra de maní.....3
Figura 1.2	Fotos de maní tostado y trozado.....9
Figura 1.3	Diagrama de flujo de elaboración de maní tostado.....11
Figura 1.4	Tipos de rancidez hidrolítica y oxidativa.....12
Figura 1.5	Reacciones entre los productos de oxidación y otros componentes de los alimentos.....13
Figura 1.6	Mecanismos de la autooxidación.....14
Figura 2.1	Balanza infrarroja.....21
Figura 2.2	Gráfico de análisis con Rancimat.....24
Figura 2.3	Análisis Rancimat con inyección de oxígeno de presión.....25
Figura 2.4	Gráfico Rancimat horas de análisis vs. Meses de vida útil.....26
Figura 3.1	Índice de peróxido de las cuatro muestras analizadas.....28
Figura 3.2	Gráfico de medias (Índice de peróxido).....29
Figura 3.3	Gráfico de medias (perfil de ácidos grasos saturados).....32
Figura 3.4	Gráfico de medias (Contaje de aerobios).....35
Figura 3.5	Gráfico de predicción de vida útil Rancimat.....49
Figura 3.6	Gráfico de ajuste a modelo R1.....50
Figura 3.7	Gráfico ajustado según modelo R1 de ácido graso en el tiempo.....52
Figura 4.1	Balanza analógica.....55
Figura 4.2	Zaranda vibratoria.....56
Figura 4.3	Selección manual.....56
Figura 4.4	Equipo tostador.....57
Figura 4.5	Mesa de enfriamiento.....57
Figura 4.6	Reparación de aditivo.....58
Figura 4.7	Adición de aditivo.....58
Figura 4.8	Producto almacenado.....59
Figura 4.9	Diagrama de flujo del proceso.....59

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1	Características de la planta de maní5
Tabla 1.2	Composición del grano de maní sin tostar6
Tabla 1.3	Composición del maní tostado.....7
Tabla 2.1	VARIABLES INDEPENDIENTES.....18
Tabla 2.2	Diseño de experimento.....19
Tabla 2.3	Corridas experimentales.....20
Tabla 2.4	Requisitos microbiológicos para el maní tostado.....23
Tabla 3.1	Resultados de índice de peróxido.....28
Tabla 3.2	Grupos homogéneos (Índices de peróxidos).....30
Tabla 3.3	Resultados de perfil lipídico.....31
Tabla 3.4	Composición de ácidos grasos saturados.....32
Tabla 3.5	Contaje microbiológico.....34
Tabla 3.6	Fórmula de maní tostado.....48
Tabla 3.7	Comportamiento oxidativo de la muestra más estable en el tiempo.....49
Tabla 3.8	Datos de modelo R1(Composición de ácido graso saturado en el tiempo).....52
Tabla 4.1	Ingredientes de mezclado.....58
Tabla 4.2	Costos directos – materia prima.....61
Tabla 4.3	Costos directos – mano de obra.....61
Tabla 4.4	Costos indirectos – transporte.....61
Tabla 4.5	Costos indirectos – servicios y suministros.....62
Tabla 4.6	Costos indirectos – materiales de elaboración de empaques y varios.....62
Tabla 4.7	Costos totales de fabricación.....62

INTRODUCCIÓN

La vida útil, se define como la capacidad que tiene un producto o un principio activo de mantener por determinado tiempo sus propiedades originales dentro de las especificaciones de calidad establecidas. Los estudios de estabilidad son pruebas que se efectúan para obtener información sobre las condiciones en las que se deben procesar y almacenar las materias primas o los productos semielaborados o terminados, según sea el caso; las pruebas de estabilidad también se emplean para determinar la vida útil del medicamento en su envase original y en condiciones de almacenamiento especificadas

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del antioxidante y la comparación de dos variedades en la vida útil del maní de confitería, Charapo y Rosita, mediante ensayos acelerados, utilizando el índice de peróxido, análisis organolépticos de preferencia para ver la intensidad del "flavor" rancio y el perfil lipídico para el control del deterioro.

Se prepararon muestras de maní con concentraciones de antioxidante vitamina E (Tocoferol) de 200 ppm, las cuales fueron almacenadas a temperaturas de la ciudad de Guayaquil, que en promedio tiene 30° C durante 18 meses. Los resultados experimentales se ajustaron a un modelo de oxidación lipídica. Se determinaron las curvas de oxidación en ese tiempo por medio del perfil lipídico, en el índice de rancidez, análisis organoléptico.

Uno de los principales problemas de los conocidos frutos secos y en especial del maní, sobre el cual se desarrollará este trabajo, es que son subproductos de la industria confitera ecuatoriana que ofrecen poca vida útil, siendo una desventaja en su fabricación y comercio. En el país existen cuatro variedades de maní. Al norte de la provincia del Guayas, así como en toda la provincia de Manabí, se estima una producción de cerca de 1500 Toneladas (Iniap 2001) por año, los cuales entre el 20% y 10% se usa en la industria confitera ecuatoriana.

La vida útil de maní tostado de confitería con Charapo a temperatura ambiente es de aproximadamente 45 a 60 días para la temperatura de Guayaquil, siendo este valor inferior al indicado en los envases comerciales, y queremos incrementarlo a 180 días o más.

Los motivos para que la producción de maní no se use en la confitería, es que se lo emplea en la elaboración de Pasta de Maní, para uso de los platos típicos de la cocina ecuatoriana; esta pasta es comercializada en los mercados y no es aprovechada por industrias consolidadas debido a que el sistema vial no es ideal y no existe un centro de acopio técnico con buenas prácticas agrícolas que cumpla con los estándares para que sea apto para el uso industrial. Los campesinos a fin de aprovechar este recurso prefieren elaborar pasta de maní de forma rudimentaria y creyendo que su actividad es segura para el consumidor, se mantienen con técnicas fraudulentas y parámetros que en muchos países se han dejado de

usar por el mismo hecho de ser un problema de salud pública y además porque con otros procesos económicos se han logrado mejorar el rendimiento y la calidad, aprovechando de manera significativa los subproductos que son hoy en día un problema de contaminación y adulteración.

En este trabajo se comparan las características de maní tratado con antioxidante y maní sin tratar junto con el uso de dos variedades a fin de marcar diferencias en cuanto a calidad organoléptica, inocuidad, rendimientos y otros parámetros físico- químicos como humedad final y rendimiento. El análisis del costo energético dentro del costo de fabricación del proceso realizado en este trabajo, permite tener una visión clara del impacto de las mejoras tecnológicas en el precio final del producto, destacando que con una mínima inversión se puede llegar a ser competitivo.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

El maní *Arachis Hypogaea* L. es una planta de la familia de las leguminosas originaria de las regiones andinas. En nuestro país, el maní se cultiva en pequeñas superficies y van a entregar su cosecha a centros de acopio.

El maní se produce y se comercializa para materia prima de la industria aceitera, maní industria (producción de aceite y pellets de esta oleaginosa), y como consumo humano directo, esto es, maní de confitería y subproducto de la chocolatería.



Figura 1.1: Siembra de maní.
Manabí, Tosagua, Comercial El Cedeño

Los parámetros de calidad y tipificación que rigen para cada uno de ellos resultan muy diferentes. En el maní industrial cuenta, fundamentalmente, el contenido de aceite y la calidad del mismo. El primer factor se mide por la cantidad de aceite y compuestos extractables presentes en 100 gramos de muestra, y el segundo por la humedad y cantidad de peróxidos de la materia grasa, o el perfil lipídico dada por gramos de ácido oleico por cada 100 gramos de muestra.

El producto más valioso de la industrialización del maní en el mundo es el aceite, que resulta ser muy apreciado y se cotiza luego del aceite de oliva, tanto por el contenido de materia grasa de la semilla (alrededor del 40%) como por la calidad del mismo, pero en nuestro país se lo utiliza para la elaboración de pasta.

En Ecuador el total de la producción de maní Charapo es procesada artesanalmente en el país, en pasta, solamente para consumo humano directo. Se exporta a Colombia la variedad Rosita en forma de grano crudo tal cual, mientras que en la actualidad llega a alrededor de 500 Tn. de las dos variedades para confitería del volumen total producido. La superficie sembrada y el volumen cosechado de maní muestran una significativa variación anual, debido a la inestable rentabilidad del cultivo frente a otros cultivos alternativos y a la elevada incidencia del clima en el rendimiento.

Cualidades del maní.

El maní posee un alto contenido de aceite lo cual tiene gran importancia para su calidad. El aumento del contenido de ácido oleico, en detrimento del linoleico, aumenta el tiempo útil del maní, sin que se desarrolle la rancidez.

Se ha demostrado que dietas con altos contenidos de ácido oleico están asociadas con una disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares.

El maní es rico en una amplia variedad de antioxidantes. Los antioxidantes incluyen vitaminas A, C, y E, así como los polifenoles, principalmente un compuesto denominado ácido p-cumarico, que bloquea la oxidación de lípidos y reduce los niveles de colesterol.

Los consumidores habituales de maní y productos elaborados con el mismo, se benefician con una mayor ingesta de vitamina E y ácido fólico, además de magnesio, zinc, hierro, grasas mono insaturadas (que son cardioprotectoras) y fibra.

La elaboración del Maní Tostado para producir pasta de maní es una actividad bastante arraigada en los sectores rurales por ser de relativa facilidad de elaboración. La infraestructura técnica aún no está del todo implementada y no se cuenta con tanques de almacenamiento refrigerado o locales aptos para ayudar a conservar la pasta de maní por un mayor tiempo.

Para la elaboración del Maní Tostado en la industria confitera ecuatoriana se usa frecuentemente maní con alta cantidad de grasa como el Charapo y el Caramelo que son casi el 80% de lo que cultiva el agricultor ecuatoriano, quedándonos con el 20%, en las variedades Runner (conocido como Sangre de Cristo o Habano) y Rosita por ser las de mejor adaptabilidad al clima cálido y húmedo.

En la Costa, existen 1 600 hectáreas, siendo en total 1500 toneladas al año en que se siembran, o sea 80%, que corresponde a maní con gran cantidad de aceite (Charapo) para pasta de maní.

1.1. Materias Primas

Para la elaboración del Maní Tostado en el Ecuador se utiliza básicamente maní y específicamente en la costa, el maní procede de tipos con alta cantidad de ácidos grasos como Charapo o Charapotó, la variedad Caramelo, otros como Rosita y Runner usado generalmente para la pasta de maní, para snacks y subproductos de chocolatería. Otras materias primas usadas o que deberían usarse para la fabricación del Maní Tostado y de confitería es el azúcar, cloruro de calcio y sal.

Maní.- La composición química del maní, su calidad microbiológica y toxicidad por el nivel de las aflatoxinas tienen una gran influencia sobre el rendimiento y las características del producto final. La relación entre grasa y proteína inciden directamente en la capacidad de retener humedad, enranciamiento y en su textura. En general la composición del maní, expresada en gramos por litro de maní, se presenta en la Tabla 1.1, Tabla 1.2 y Tabla 1.3.

TABLA 1.1: Características de la planta de maní

Nombre común	Maní-cacahuate
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliópsida o Dicotiledoneas
Familia	Leguminosae
Nombre científico (género y especie)	Arachis hypogaea L
Reproducción	Sexual, por polinización.
Tipo de ecosistema donde se encuentra	Crece en áreas tropicales y subtropicales.
Características del medio físico (luz, temperatura, humedad, etc.)	Necesita luz, temperatura de 12° a 34° C

Fuente: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador), Año: 2007

TABLA 1.2: Composición del grano maní sin tostar

Humedad g	5-6
Proteína g	25-26
Grasa g	48-49
Carbohidratos g	8-9
Fibra Cruda g	7
Sodio mg	5
Potasio mg	700
Calcio mg	60
Fosforo mg	370
Vitamina A mg	3
Vitamina E mg	10
Vitamina B1 mg	0.8
Vitamina B2 mg	0.2

Fuente: Productos Cris C. Ltda., 2009

TABLA 1.3: Composición del maní tostado

Información Nutricional	
Porción de la porción:	30 g
Porciones por envase:	17
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	793 kJ (190 Cal)
Energía de grasa (Calorías de grasa)	555 kJ (140 Cal)
% del Valor Diario *	
Grasa total 15 g	23 %
Grasa saturada 3 g	15 %
Grasa Trans 0 g	0 %
Coolesterol 0 mg	0 %
Sodio 5 mg	0 %
Carbohidratos totales 7 g	2 %
Fibra alimentaria 2 g	8 %
Azúcares 5 g	
Proteína 7 g	14 %
Vitamina A 0 %	Vitamina C 0 %
Calcio 2 %	Hierro 2 %
<small>Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.</small>	
	<small>Energía 8 500 kJ 10 625 kJ</small> <small>Calorías 2000 2500</small>
Grasa total	<small>Menos que 65g 60g</small>
Grasa Saturada	<small>Menos que 20g 25g</small>
Coolesterol	<small>Menos que 300mg 300mg</small>
Sodio	<small>Menos que 2400mg 2400mg</small>
Carbohidrato total	<small>300g 375g</small>
Fibra dietética	<small>25g 30g</small>
<small>Energía por gramo: Grasa 37 kJ • Carbohidratos 17 kJ • Proteína 17 kJ</small>	

Fuente: Productos Cris C. Ltda:

Dentro del grupo de las grasas el principal componente son los ácidos grasos insaturados mono y poli insaturados, pero no el único, estando presente la proteína en un 14 % y un 8% de fibra. También se puede encontrar trazas de Hierro y Calcio. El contenido de los glúcidos en el maní varía del 2%.

El maní contiene aproximadamente 50-55% de lípidos, de los cuales un 30-35% es ácido linoleico y 40-50% es ácido oleico (AVVE, 2006). Con este nombre se denomina a aquellas sustancias constituidas por una larga cadena hidrocarbonada (formada solo por átomos de carbono e hidrogeno) que posee en un extremo un grupo ácido (-COOH). La composición en ácidos grasos difiere de una muestra a otra dependiendo de la zona de producción del aceite de oliva. Los factores principales que afectan a la composición en ácidos grasos son: latitud, condiciones climáticas, variedad y grado de madurez.

Durante el almacenamiento de un material de estas características, habitualmente tiene lugar la oxidación de los lípidos, con la consecuente formación de radicales libres e hidroperóxidos, que pueden interactuar con los compuestos nitrogenados presentes en el maní, entre los que se encuentran los responsables del sabor.

A medida que la oxidación de los lípidos progresa, aumenta la concentración de los productos de degradación del ácido oleico, tales como hexanal, octanal y decanal (Nawar, 1985). Estos compuestos químicos están asociados a los sabores a pintura, oxidado y a cartón, que se han descrito para el maní como “flavores” indeseables y atípicos, los que aparecen en etapas posteriores para producto almacenado durante períodos más prolongados. A menudo estos “flavores” atípicos aparecen como consecuencia de la cosecha anticipada y la presencia de granos inmaduros.

Manteca de cacao.- Se utiliza en la industria de chocolate y lo usaremos para recubrir el maní tostado con el antioxidante. La cantidad depende del tamaño de la partícula de maní tostado, ya que si ésta es más pequeña, hay más área que cubrir por kilo de producto.

Su punto de acción sobre la superficie de maní se lo hace al mezclarse a una temperatura de 32 a 40°C No actúa a menos de 28°C ya que éste es su punto de fusión. Mientras el tiempo de agitación y de contacto es de 3 min. Se le coloca un antioxidante como el tocoferol y se espera que el maní tostado se enfríe por 10 minutos aproximadamente.

Antioxidantes.- El antioxidante utilizado es el tocoferol. Cuya principal característica sea que resista la temperatura, que no genere aroma en el maní tostado y aguante el almacenamiento. Hay en el mercado varias marcas pero en general para maní tostado se añadirán tocoferoles (200 mg/kg de grasa) para conservar el nombre de producto natural, ya que a éste tocoferol se lo conoce como Vitamina E. Existen sintéticos como Butil Hidroxi Anisol y Butil Hidroxi Tolueno que su adición máxima es de 200 mg/kg de grasa (Multon J. CL, 1988).

Cloruro de Sodio.- Es recomendado para el maní tostado por dos razones: la primera por su propiedad de potencializar y realzar el sabor; y la segunda, ayuda a su preservación microbiológica.

1.2 Tipos de maní

Existen una gran variedad de maní tostados y su clasificación son difíciles de establecer, pues las características que pueden usarse para clasificarlos son muchas.

Se pueden clasificar:

Según el método de preparación: Maní tostado salado de confitería y Maní tostado con poca o nada de sal para la industria de chocolatería.

Según la especie: Artesanal, industrial, etc.

Según el tamaño: Se lo vende como:

1. Maní tostado 38 – 42
2. Maní tostado 50 – 60
3. Maní tostado 70 – 80
4. Maní tostado trozado 6 – 8 mm (maní tostado pequeño)
5. Maní tostado trozado 4 – 6 mm
6. Maní tostado trozado 2 – 3 mm
7. Maní tostado en polvo < 1 mm (Harina de maní)



Figura 1.2: Fotos de maní tostado y trozado

Fuente: Productos Cris C. Ltda.

Los maníes tostados tienen poca humedad, la cantidad de mezcla antioxidante va a depender del contenido graso, y la de manteca de cacao depende de la superficie a cubrir.

En el caso de este trabajo de investigación se preocupó de Maní Tostados industrial de tamaño 50-60. Considerando que el estudio se puede hacer extensivo para las demás clasificaciones ya que el principio es el mismo.

1.3 Proceso de elaboración del Maní Tostado

Recepción de Materia Prima: En esta etapa se revisan las condiciones de transporte y embalaje de la materia, teniendo en cuenta la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos crecimiento micótico, tamaño, variedad, roto, impurezas, humedad y contaminantes con olores extraños. Ver Codex Alimentario, Anexo 1.

Clasificación por Tamaño: Se realiza utilizando una clasificadora de tamaño vibratoria la cual cuenta con mallas clasificadoras por donde el maní va cayendo, de acuerdo a su diámetro y tamaño.

El maní se clasifica en grande, mediano y pequeño. El producto es colocado en sacos e identificado y luego se lo pone sobre el palet de acuerdo al tamaño. Adicionalmente a la clasificación del maní por su tamaño, la zaranda también permite separar impurezas.

Selección: La selección se la realiza en forma manual en mesas de selección, cuyo objetivo es retirar todas las impurezas y productos defectuosos que hayan pasado la etapa anterior (granos enmohecidos, rancios o descompuestos, 0,2% m/m máximo). Granos enmohecidos son los que presentan filamentos con moho visible a simple vista, granos descompuestos son los que muestran visiblemente una notable descomposición y granos rancios son granos en que se ha producido la oxidación de los lípidos (no deben superar los 5 meq de oxígeno activo/kg) o se han formado ácidos grasos libres (no deben superar el 1,0%), lo que determina la producción de sabores desagradables.

Tostado: El producto seleccionado es llevado a un equipo de tostado, que es un tambor rotatorio de calentamiento directo con gas de 100 kg de capacidad con 240 °C, en donde por efecto de las altas temperaturas el producto se tuesta en aproximadamente 60 minutos. Este proceso es un tratamiento térmico que se aplica para que el maní que va a ser almacenado en enfriado antes de entrar a los procesos no se altere por crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática como es la proteólisis y lipólisis, que en el caso de darse los rendimientos de producción se pueden ver afectados por la pérdida de humedad. La temperatura aplicada va de 180°C a 240°C por 60 minutos.

Enfriamiento: Se realiza en mesas acondicionadas con un sistema de ventilación que permite reducir la temperatura del producto hasta que alcance una temperatura de 35°C.

Empacado: Después del enfriamiento el producto se lo empaca en fundas de material flexible complejo de polipropileno metalizado en presentaciones que son de 25 Kilogramos aproximadamente.

Almacenamiento: El producto empacado se lo almacena en ambiente fresco y seco.

La Figura 1.3 muestra el diagrama de flujo del maní industrial.

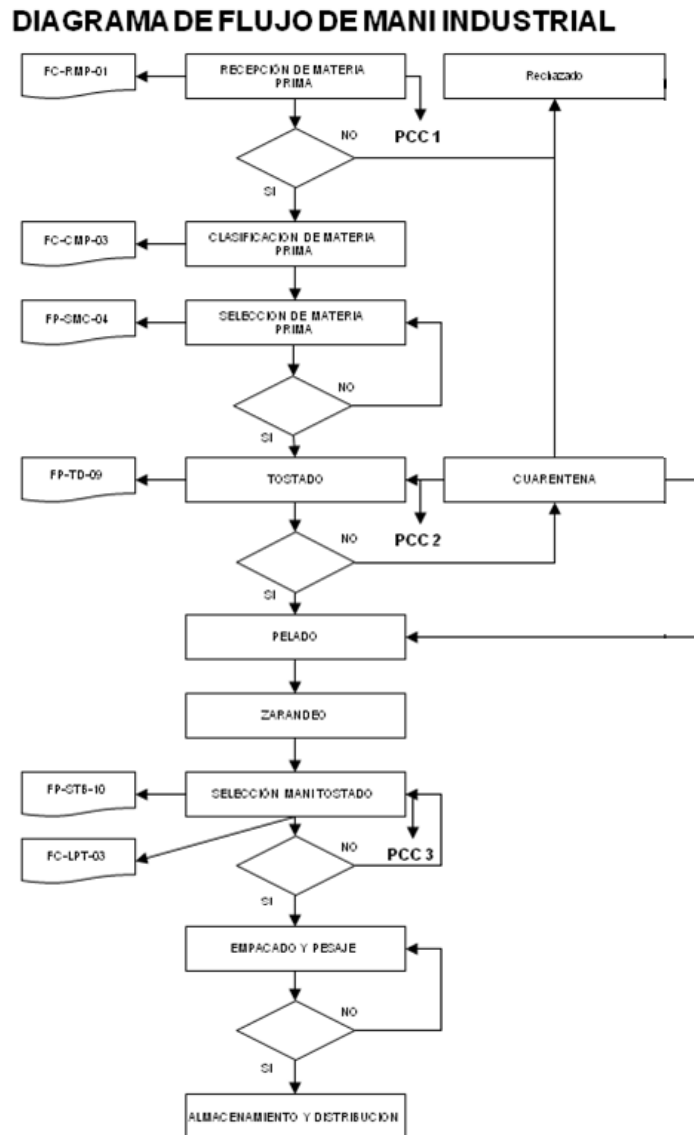


Figura 1.3: Diagrama de Flujo de Elaboración de maní tostado

En general el proceso de fabricación y el contenido graso, el tiempo de tostado y el antioxidante del maní influyen directamente sobre la calidad sensorial y sobre el rendimiento. Esta influencia se ve marcada por el proceso térmico.

1.4 Vida útil del maní tostado: Problemática actual

Se han efectuado diversos estudios sobre la estabilidad del maní y los fenómenos de oxidación, especialmente relacionados con el contenido de ácido oleico (Braddock, 1995), en relación con la composición del grano. De la cual tomaremos estas técnicas para tener luces para adicionar antioxidantes para nuestro producto con diferentes variedades.

Rancidez

Las características de calidad de aceites y grasas o de los alimentos que los contienen, siempre están relacionados con el fenómeno de la rancidez, que es sin duda alguna el tipo de deterioro más común e importante en estos productos. La rancidez es definida como «Alteración de los aceites y grasas organolépticamente detectable», que entre otras consecuencias, ocasiona la aparición de olores y sabores indeseables, deprecia el producto y disminuye su valor nutricional.

Existen dos tipos de rancidez, la hidrolítica y la oxidativa (Figura 1.4). La primera se refiere a la reacción de hidrólisis de los triglicéridos de la grasa con la subsecuente producción de ácidos grasos libres. Esta reacción puede ser catalizada por lipasas presentes en los granos, semillas oleaginosas y alimentos, o producidas por microorganismos. También puede ocurrir de forma no-enzimática, por ejemplo, en los procesos de fritura, en los cuales la hidrólisis es debida a las altas temperaturas utilizadas, produciendo ácidos grasos libres. La hidrólisis enzimática, en algunos casos, es deseable, por ejemplo en quesos y otros productos de leche, donde el sabor y olor característico se debe a los ácidos grasos de cadena corta producidos por esta reacción.

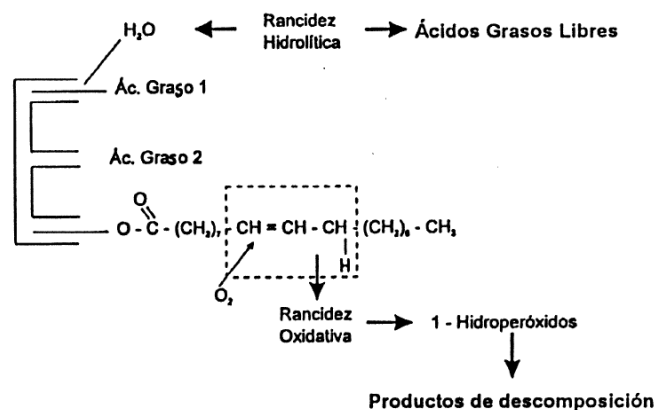


Figura 1.4: Tipos de Rancidez: Hidrolítica y Oxidativa

La rancidez oxidativa, también llamada autoxidación, desde el punto de vista de calidad, es el factor más importante en aceites y grasas. En este caso, se trata de la reacción del oxígeno atmosférico con los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados (Figura 1.4). Esta reacción genera los productos primarios de la oxidación (peróxidos e hidroperóxidos), los cuales por una serie de reacciones paralelas producen los compuestos secundarios de la reacción, sean estos volátiles, como aldehídos, cetonas y ácidos, o no volátiles como dímeros, trímeros y polímeros, característicos de productos rancificados. La Figura 1.5 muestra algunas de las posibilidades de reacción entre los productos de la autoxidación y otros componentes de los alimentos, que redunda en pérdidas de calidad organoléptica, nutricional y económica.

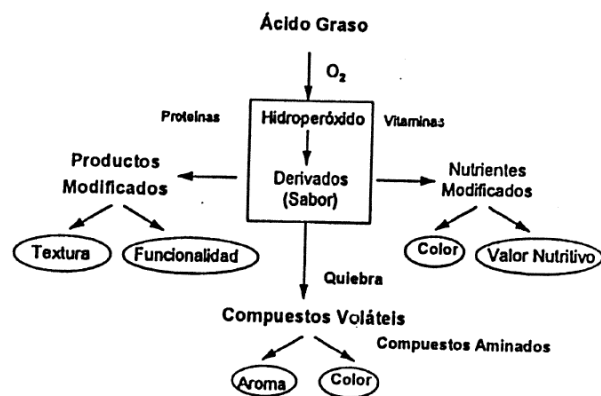


Figura 1.5: Reacciones entre los productos de oxidación y otros componentes de los alimentos

La reacción de autoxidación es imposible de evitar, mas es posible retardarla. En la Figura 1.6 se representa el mecanismo de esta reacción y los sitios en los cuales la velocidad puede ser alterada. Como se observa, la reacción es iniciada por iones metálicos o por energía térmica o luminosa, produciendo los primeros radicales libres (R^*), además, la eliminación o reducción de metales (principalmente hierro y cobre) por agentes quelantes, como ácido cítrico, y la producción y almacenamiento a bajas temperaturas y/o la protección contra la luz, retardarían la formación de los radicales libres y el apareamiento de la rancidez, aumentando la estabilidad o vida útil de los productos.

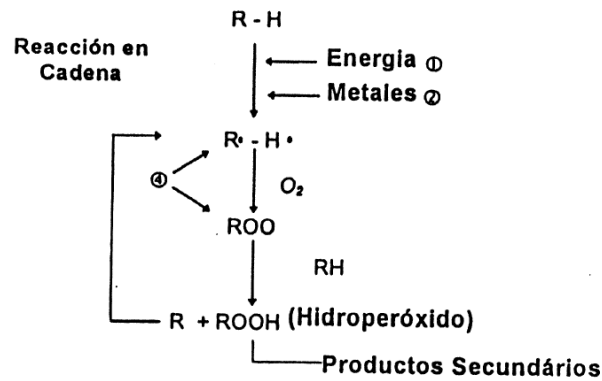


Figura 1.6: Mecanismo de la Autooxidación. Puntos de posible modificación de la Velocidad de Reacción. 4 = Antioxidantes

El punto 4 se refiere a la eliminación o inactivación de radicales libres, formados por los factores iniciadores ya mencionados, por compuestos llamados antioxidantes primarios, que tienen la capacidad de inactivar el radical libre altamente reactivo por resonancia.

Los antioxidantes sintéticos, BHT, BHA, galatos, TBHQ (terbutil hidroquinona), etoxiquina, etc., poseen esta característica debido a la presencia de grupos fenólicos en su estructura. Mas, el uso de estos compuestos está limitado por la legislación de cada país, observándose una tendencia hacia la sustitución por antioxidantes naturales, como tocoferoles o extractos de plantas (por ejemplo, salvia y romero).

Algunos estudios de estabilidad oxidativa del maní involucran ensayos acelerados (Brandt, L. 1995) a 65 °C durante 68 días, evaluando los cambios sensoriales y la concentración de pirazinas y aldehídos para distintas variedades. Otras investigaciones han comparado diferentes procesos de tostado, conservando muestras tratadas con aceite de maní, algodón, soja y canola a 40 °C durante 14 semanas. Detectaron aumentos en el color, el amargor y la rancidez para algunas variedades y disminuciones en el dulzor, "flavor" y color para otras.

Con relación a la vida útil del maní en función de la humedad del grano, para muestras de maní entero y desgrasado con humedades iniciales del 2.3 y 3.6%, respectivamente, Brannan (1999) observó que los atributos relacionados con la rancidez, como sabor oxidado y a cartón, aumentaron más rápidamente en maníes

desgrasados; considerando que un contenido mayor de humedad en los maníes desgrasados podría contribuir a su menor estabilidad durante el almacenamiento.

El conocimiento detallado de la composición y propiedades sensoriales del maní y de sus productos derivados tiene gran importancia para su industrialización y comercialización. Con el propósito de contribuir a la estimación de la vida útil del maní de confitería conociendo los parámetros que la influyen, a los efectos de sugerir una fecha de vencimiento que evite la presencia en el mercado de muestras capaces de ser rechazadas por algunos consumidores, el objetivo de este trabajo fue estudiar la incidencia de la variedad y tratamiento con antioxidante del grano de maní tipo confitería en su vida útil y calidad sensorial, midiendo la evolución del producto a través de parámetros sensoriales y del índice de peróxido, a los efectos de evaluar si ambos son igualmente sensibles para el control de deterioro.

CAPITULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Origen y acondicionamiento de las muestras

Se utilizó maní Rosita y charapo, acopiado en Pedro Carbo, (Provincia del Guayas). Se procedió a la selección de vainas sanas, desechando granos partidos y descoloridos. La humedad inicial del grano fue de 9,3%.

De acuerdo a ensayos preliminares en los que se determinaron las curvas de tostado de este material en tambor giratorio, se tostó 200 kg de maní durante 60 minutos, a 180° C, para obtener muestras con humedades ente 2 y 1.5%, coincidentes con el intervalo de humedad encontrado para productos comerciales. Los ensayos realizados por 18 meses, fueron realizados en una industria manicera ecuatoriana.

Por cada muestra de las variedades Charapo y Rosita, con antioxidante y sin antioxidante se conservaron en estufa a 30° C, durante 18 meses.

2.1 Diseño del experimento para evaluar la Vida Útil

Las variables que se estudiarán son el contenido graso, característico del maní Runner junto con la adición de manteca de cacao y antioxidante, para la industria de chocolatería, el cual afecta directamente en la relación antioxidante – grasa, manteniendo el mismo nivel de tostado, y tomando las muestras para diferentes tiempos de una por cada mes durante un año, estandarizando un curva de envejecimiento acelerado.

El objetivo es determinar si estas variables afectan a la calidad sensorial, a la calidad microbiológica y a los rendimientos económicos.

2.1.1 Variables y niveles para pruebas experimentales

El contenido de grasa puede variar de acuerdo a la variedad de maní y la adición de manteca de cacao agrega más materia grasa. Se lo agrega con el objetivo de que el antioxidante se disperse mejor en la superficie del grano tostado, rodeando a todo el maní.

En este trabajo se toma como referencia la relación grasa para evaluar la variedad. El maní tostado va a tener la misma humedad y un mismo

contenido de antioxidante por variedad. Los granos de maní son de tamaño de partícula 50 – 60 unidades por onza.

El antioxidante usado es a base de tocoferol para mantener el perfil de natural enriquecido como valor agregado y manteca de cacao. Este antioxidante se seleccionó porque es seguro y su uso excesivo no causa daño y resistirá la temperatura del proceso. El período de tratamiento es a 30 °C por 6 min.

La dosis a usar del uso directo viene dado por la recomendación del fabricante que indica que un sobre de 0.02% o 200 ppb. Sin embargo por experiencias previas en maní tostado, esperamos ver que la adición de una sustancia grasa como la manteca de cacao y de un antioxidante alargue aun más la vida de anaquel del maní runner o sangre de Cristo, con su respetiva rentabilidad.

El tipo de estudio es Descriptivo Simple y Preexperimental, Longitudinal; ya que se establecerá la vida útil del maní tostado antes y después de aplicar antioxidante durante el proceso análisis físico - químicos y sensoriales (prueba descriptiva).

El proceso consiste básicamente de las siguientes etapas:

- Analizar el maní y pesar.
- Clasificar por tamaño.
- Seleccionar si es necesario.
- Tostar a 240 °C por 60 min.
- Humedad fija de 1.6 a 2 %.
- Analizar maní tostado a diferente tiempo de vida en estabilidad normal.
- Calcular la cantidad en kg. de maní y kg. de antioxidante, manteca de cacao a mezclar a fin de obtener la relación grasa/antioxidante necesaria donde es 0.02% por contenido de grasa.
- Mezclar a 30°C por 6 min.

La Tabla 2.1 muestra las variables independientes que se manipularán durante el experimento

TABLA 2.1: Variables a manipular en el experimento:
Diseño Factorial 2²

Variables independientes	
Plan de experimentación	
Variedad C-R	mg de antioxidante 0-1
Charapo	0
Charapo	200
Rosita	0
Rosita	200

Variables Independientes:

Se categorizan de la siguiente manera:

- Maní Charapo
- Maní Rosita
- Maní con antioxidante 200 ppb
- Maní sin antioxidante

Se procedió a trabajar con muestras tostadas en un tambor rotatorio, en el cual se eleva la temperatura interna del maní de 25 a 130 °C para realizar el tostado de maníes en forma continua durante un periodo de tiempo 65 min.

Es una variable cuantitativa discreta.

Indicador: Tiempo de tostado y una humedad de 1.6 a 2 %

Variables Dependientes:

Índice de peróxido:

Proporción de cada uno de los ácidos grasos que se encuentran en cada tipo de muestra de maní tostado.

Es una variable cuantitativa continua.

Indicadores: IP (meq O₂/kg)

Composición de ácidos grasos:

Indicadores:

% de ácidos grasos saturados.

% de ácidos grasos monoinsaturados.

% de ácidos grasos poliinsaturados.

Análisis Microbiológicos

Se analizarán el comportamiento microbiológico durante doce meses de: aerobios, hongos, levaduras y salmonella.

Análisis Organolépticos

Comparación hedónica de muestras donde se evaluará una diferencia significativa

Vida útil:

Tiempo en Rancimat

La Tabla 2.2 muestra el compilado de las variables utilizadas en la experimentación.

TABLA 2.2: Diseño del experimentos. Diseño $2^2 = 4$ corridas por triplicado. (por cada tres o seis meses)

Variables independientes		Variables Dependientes			
Plan de experimentación		Resultado organoléptico	Resultados Físicos-químicos		
Variedad	mg de antioxidante	Rancidez sensorial (sabor a rancio)	Microbiológico	Cantidad de Ac. Grasos poliinsaturados	índice de peróxidos
Charapo	0	y1	z1	w1	x1
Charapo	200	y2	z2	w2	x2
Rosita	0	y3	z3	w3	x3
Rosita	200	y4	z4	w4	x4

Variables Fijas:

El tiempo de tostado es de 60 min, la temperatura de tostado a 130°C; la misma humedad final que fluctúa de 1.6% a 2%.

Las variables de respuesta se detallan más adelante en este capítulo, pero en general son:

- Costeo económico
- Características químicas
- Características sensoriales
- Conteo microbiológico

2.1.2 Determinación de corridas experimentales

La codificación fue ortogonal desde el inicio del experimento para obtener, de ser posible, coeficientes independientes en los modelos. En los ensayos el valor 1 de la variedad maní charapo sin antioxidante. En la Tabla 2.3 se puede apreciar la codificación correspondiente.

Tabla 2.3: Corridas Experimentales

Variedad	Antioxidante	Código
CHARAPO	SIN ANTIOXIDANTE	CO
CHARAPO	CON ANTIOXIDANTE	C1
ROSITA	SIN ANTIOXIDANTE	R0
ROSITA	CON ANTIOXIDANTE	R1

Las combinaciones se presentan en la Tabla 2.3, donde además se da un código a cada ensayo a fin de poder identificar rápidamente las muestras. Todos los ensayos se realizarán por triplicado.

2.2 Pruebas físicas al Maní Tostado

El análisis de Humedad se lo realizó en una balanza infrarroja, donde se peso las muestras donde se obtuvieron humedades de entre 1.8 y 2 %, de maní tostado, esta es una variable que la dejaremos fija. El maní antes de ser tostado nos arrojó una humedad del 9 % en todas las muestras



Figura 2.1: Balanza Infrarroja

2.3 Pruebas químicas al Maní Tostado

Índice de peróxido

Para la determinación del índice de peróxido se extrajo el aceite de los granos de maní, de acuerdo a la técnica de Christie (1982), modificación del procedimiento de extracción por Bligh y Dyer (1959). Los niveles de oxidación en los aceites extraídos fueron medidos según AOCS Official Method Cd 8-53 Peroxide Value (1990). Estos procedimientos miden peróxidos e hidróxidos que son los productos iniciales de la oxidación de los lípidos. Los resultados se expresan como miliequivalentes de oxígeno por kg. de aceite (meqO₂/Kg). Todas las muestras fueron analizadas por duplicado.

Está dada por la cantidad de ácidos grasos libres presentes en el maní y que comunican cierta acidez al medio. Este valor se refiere en cantidad de miligramos de KOH necesarios para neutralizar completamente un gramo de aceite.

Se evaluó siguiendo el método de la AOAC 14.070 (77) usando 5g de muestra triturada de cada muestra a analizar.

El aceite se disolvió en un disolvente neutro y se valoró la acidez con álcali normalizado. El valor obtenido representa la extensión de la descomposición de los glicéridos del aceite. Los ácidos grasos libres se calcularon como ácido oleico.

La muestra de aceite se disolvió en etanol-metanol (10/1 v/v) y se tituló la acidez con KOH usando fenoftaleina (1% w/v en etanol) como indicador. El valor obtenido representa la extensión de la hidrólisis de los glicéridos del aceite. Los ácidos grasos libres se expresaron como % p/p de ácido oleico en la muestra de aceite y se calculó con la fórmula:

$$IAC = (\text{volumen en ml de KOH}) \times 282 \times (\text{N de KOH}) / (10 \times \text{g aceite})$$

Este análisis se lo hizo durante 18 meses.

Composición de ácidos grasos

Es la proporción de los ácidos grasos presentes en las muestras de Charapo y Rosita correspondientes a cada período de tiempo analizado. Los ácidos grasos se estudiaron como ésteres metílicos, porque para separar los ácidos grasos por cromatografía gaseosa se debe hacer un derivado que tenga un punto de ebullición más bajo y menor polaridad. Si se utiliza el ácido graso o la sal tiene punto de ebullición alto, en cambio esterificándola con metanol disminuye el punto de ebullición. Proporción de cada uno de los ácidos grasos que se encuentran en cada tipo de muestra de maní tostado Es una variable cuantitativa.

Separación e Identificación de Ácidos Grasos por Cromatografía Gaseosa

Los ésteres metílicos de ácidos grasos del total del aceite de cada muestra se separaron por transesterificación con una solución al 3% de ácido sulfúrico 1N en metanol previa saponificación con KOH 1N en metanol. Los ésteres metílicos fueron analizados en un cromatógrafo de gas Hewlett Packard HP-6890 (Palo Alto, California, USA) equipado con detector de ionización de llamas (FID HP-3398). Se utilizó una columna capilar HP-INNO-Wax (30m x 0.32 mm x 0.5 µm, con polietileno glicol, USA) AT- WAX. La temperatura de la columna fue de 200°C a 230°C (20°C/min). La temperatura de inyección fue de 260°C. Como gas transportador se usó nitrógeno con una velocidad de flujo de 3.8 ml/min. Una mezcla conteniendo los estándares de los ésteres metílicos de ácidos grasos, provistas por Sigma Chemical Co, se empleó para obtener los tiempos de retención e identificar los picos correspondientes en las muestras en estudio. La concentración de cada ácido graso fue determinada como proporción relativa de la composición total usando el Éster metílico del ácido heptadecanoico (Sigma Chemical Co, St. Louis, Missouri, USA) como estándar interno.

2.4 Pruebas microbiológicas al Maní Tostado

Las pruebas para el maní fresco se realizan por la prueba del azul de metileno (TRAM) utilizando una clasificación de las norma INEN anteriormente señaladas. Se toma como maní para el ensayo aquella de calidad A, donde la reducción se da pasada las 5 horas.

Tabla 2.4: Requisitos Microbiológicos para el maní tostado.

REQUISITO	UNIDAD	MAXIMO
Aerobios	Colonias/ g	< 10000
Hongos y Levaduras	Colonias/ g	< 10
Salmonella	Colonias/ g	Ausencia

Fuente: INEN y Codex (Anexo 3)

2.5 Evaluación de tabla sensorial al Maní Tostado

Los análisis sensoriales descriptivos fueron realizados por un panel de nueve miembros, seleccionados y entrenados, durante dos semanas con muestras de maní de distinto origen y que fueron apropiadamente acondicionadas para cubrir todas las variaciones posibles en las características a evaluar.

Para medir la intensidad del “flavor” rancio se realizó una prueba de categorización con escala continua no estructurada. En todas las sesiones, las muestras fueron presentadas a temperatura ambiente, en envases plásticos inodoros descartables codificadas con números aleatorios de tres cifras, con 20g del producto. Los panelistas fueron provistos de galletas crackers sin sal y agua potable, para la limpieza de la boca.

Cada sesión del panel fue replicada después de 24 horas usando el mismo procedimiento, con diferentes órdenes de presentación para cada panelista.

Con el propósito de establecer los valores máximos que podrían alcanzar los indicadores utilizados para estudiar las reacciones de deterioro, a los efectos de decidir hasta dónde este deterioro resultaba de interés para este estudio, se determinó el punto de corte, que permite establecer la intensidad del parámetro crítico, en el cual se produce el límite de aceptabilidad por parte de los consumidores (Andaluza- Morales 1994). Por las muestras donde se identificara la diferencia será descartada ya que éste análisis se lo hizo durante un año.

La evaluación sensorial a través de cata será para los atributos de olor y sabor. La temperatura de las muestras para la degustación será de 20°C. El horario para realizar el ensayo será de 11h00 a 12h00 en la mañana y de 17h00 a 18h00 por la tarde.

Es muy amplia la relación de caracteres organolépticos a describir en el Maní Tostado, según las características olfato- gustativos

La cantidad de compuestos volátiles en el maní tostado pueden variar y lo que se percibe por el sentido del olfato es la intensidad de las sustancias que se encuentran sobre el umbral de detección. Estas sustancias suelen agruparse en familias por los olores percibidos: láctica, vegetal, floral, afrutada, especiada y otros; y éstas a su vez en subfamilias con olores bastante similares pero no iguales. El sabor pertenece a las sensaciones sápidas percibidas por la lengua. En los maníes tostados no deben aparecer el sabor umami, y lo frecuente es el salado, ácido y amargo. En este trabajo se evaluó la sensación de rancidez en diferentes meses una vez que se denotó una diferencia o sea se identifica la muestra rancia, ahí se pone fin a la la calificación de la muestra.

El cuestionario utilizado en la evaluación se puede observar en el Anexo 2.

2.6 Evaluación con el Rancimat para predecir la vida de anaquel

Las determinaciones se obtienen de los correspondientes gráficos de la conductividad en función del tiempo, utilizando el Rancimat E-617 de Metrohm (Figura 2.2), que permite operar con 6 muestras simultáneamente. En este estudio se analizaron en cada ciclo 3 muestras molidas por duplicado.

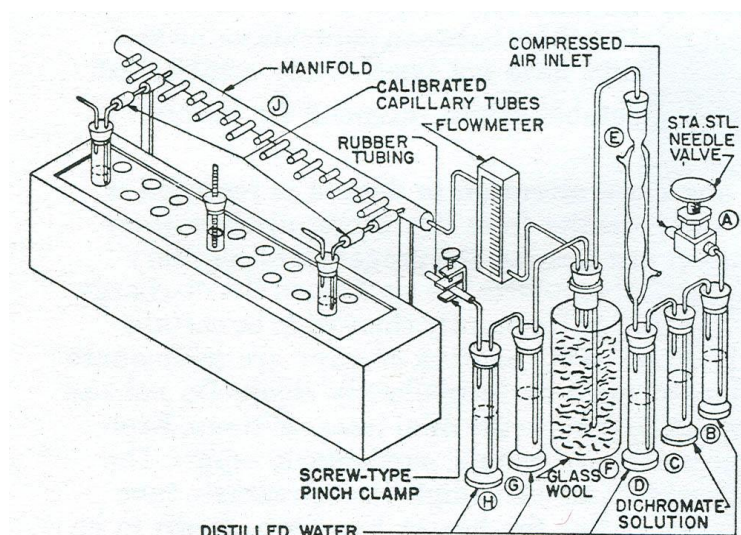


Figura 2.2: Gráfico de Análisis con Rancimat

Fuente: La Fabril, Manta, 2010

Previamente se determinó la temperatura de trabajo a fin de obtener los tiempos de inducción t_i , comprendidos entre 3 y 12 horas, según criterios establecidos 100°C . Mide el grado en el que un aceite se oxida cuando se hace burbujear aire a través de él. El producto de desdoblamiento, ácido fórmico, es conducido hacia el agua

destilada que se encuentra en una celda, El instrumento monitorea en forma continua la conductividad eléctrica del agua. En el momento en que la conductividad aumenta agudamente indica en forma inmediata el momento final de la prueba.



Figura 2.3: Análisis Rancimat con inyección de oxígeno a presión

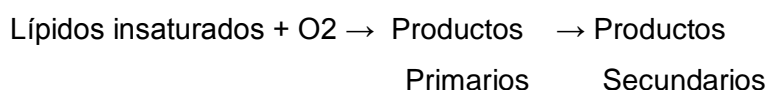
Se inyecta con una presión de 5 bars en atmosfera de oxígeno y control de temperatura. Utiliza las muestra como tal y es necesario un contenido de no menos del 5% de contenido graso en el alimento (Figura 2.3).

Se emplea con muestras de aceite con un contenido de agua no mayor del 0.1% a una presión normal de 1 bar, posee un control de temperatura y agitación.

Una cantidad estándar de la muestra se coloca en un recipiente sellado bajo la presión de oxígeno elevada. La prueba puede ser acelerada con temperaturas elevadas. El inicio del proceso de oxidación de la grasa se caracteriza por un marcado incremento en la tasa de consumo, causado por la generación de hidroperóxidos, que se manifiesta como una disminución visible de la presión de oxígeno. . Al seguir la presión de oxígeno en el tiempo, el período de inducción de la muestra (IP) se determina. Esta dirección IP específica de la muestra puede considerarse como una indicación de la estabilidad oxidativa de la muestra y es indicativo de la aparición de la rancidez oxidativa. Una dirección IP ya no significa un mejor rendimiento antioxidante y por lo tanto un producto más estable. La muestra B de nuestro ejemplo tiene una estabilidad a largo IP y por tanto mejores y una vida útil más larga.

Con el fin de entender cómo estas técnicas de trabajo es esencial para tener un cierto aprecio pequeñas de los complejos procesos que ocurren durante la rancidez oxidativa:

La rancidez oxidativa:



Los principales productos son moléculas transitoria que luego se descomponen/ reaccionando e incluyen los peróxidos y dienos conjugados como especie de seguimiento.

Los productos secundarios son más estables y por lo general incluyen cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos, alcoholes e hidrocarburos como especie de seguimiento. Son estos productos secundarios que causan los sabores y olores de los aceites rancios.

Los peróxidos son productos primarios de reacción formados durante las etapas iniciales de la oxidación y dan una indicación del progreso de la oxidación de los lípidos. Durante la oxidación del índice de peróxidos llegará a un máximo, seguido por una disminución en los peróxidos reaccionan más y se descomponen. Determinación de peróxido se basa en el hecho de que los peróxidos pueden liberar yodo del yoduro de potasio. Los lípidos de la prueba son disueltos en un disolvente adecuado de yoduro de potasio y se añade un exceso. La cantidad de yodo liberado se mide por una titulación relativamente simple con tiosulfato de sodio y un indicador de almidón. El índice de peróxidos (PV) se expresa como miliequivalentes de yodo por cada kg de lípidos (mEq / kg)

Para estabilidad a 30 °C

$$y = 0,1779x + 0,0076$$

Para estabilidad a 25 °C

$$y = 0,2668x + 0,001$$

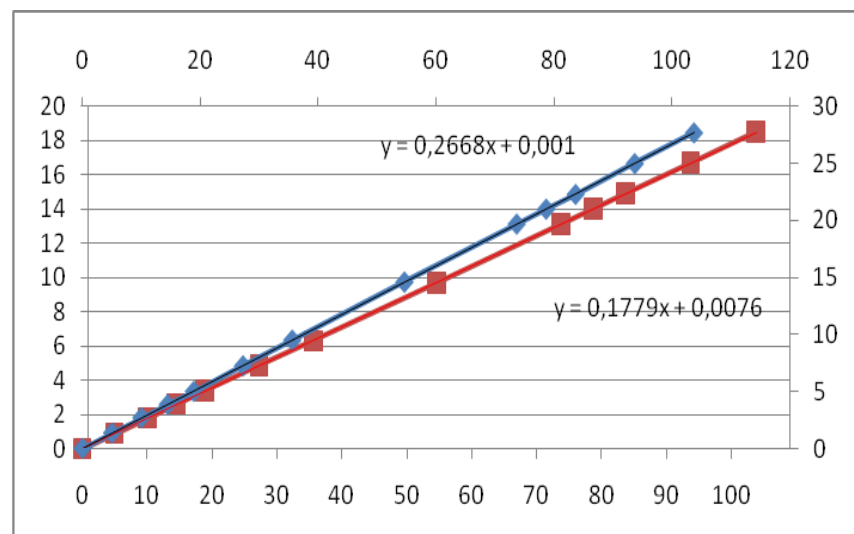


Figura 2.4: Gráfico Rancimat, horas de análisis vs meses de vida útil

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE VIDA UTIL

Los resultados de las pruebas realizadas al maní tostado como variables de respuesta fueron analizadas estadísticamente mediante el uso del software STATGRAPHICS.

Los resultados por triplicado de cada uno de los ensayos fueron evaluados inicialmente para marcar si existen diferencias significativas atribuibles a los tratamientos. La validez de los datos se comprobó realizando análisis de sus distribución y considerando un error relativo inferior al 10%. Con la prueba de comparación múltiple se verificó la desviación de las medias y la superposición de sus colas. Finalmente como resultado esperado se realizó una regresión múltiple valorando la validez de cada uno de los coeficientes dentro del modelo probabilístico

Debido a que los programas computarizados actuales arrojan el p- valor automáticamente, el grado de confianza no es un valor asignado sino más bien un dato propio del experimento en cada evaluación. De todas formas se acostumbra a indicar al inicio de la experimentación el nivel de confianza. En este trabajo se espera que sea del 95%.

3.1 Resultados y análisis estadístico de pruebas físicas y químicas al Maní Tostado

Índice de peróxidos

El Índice de Peróxidos de las muestras de maní tostado arrojaron los siguientes resultados, en los cuales analizaremos el objetivo de esta tesis y el efecto de los antioxidantes a los seis meses y a los doce meses. Según cada experimento se muestra en la Tabla 3.1 donde se evaluó por 18 meses.

Tabla 3.1: Resultados de Índice de peróxido en el tiempo

Meses	CO	C1	RO	R1
0,0	0	0	0	0
0,9	0,1	0,05	0	0
1,8	1,8	0,6	0,1	0,1
2,6	7,11	0,68	0,11	0,1
3,4	9,56	0,71	0,23	0,12
3,9	10,8	2,51	0,24	0,11
4,9	11,5	6,5	0,32	0,22
6,3	11,6	8,91	0,65	0,5
9,7	11,6	10,13	0,87	0,69
12,1	11,7	11,25	1,45	1,36
14,0	11,6	11,74	1,86	1,6
16,7	11,8	11,68	2,13	2
18,5	11,3	11,6	2,5	2,3

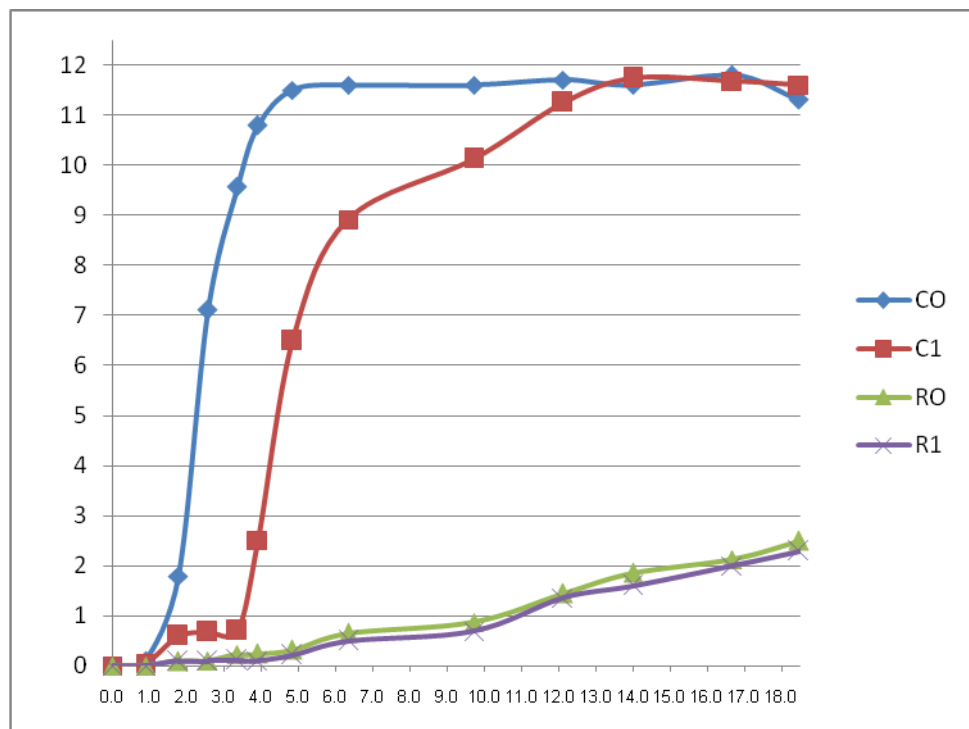


Figura 3.1 Índice de peróxido de las cuatro muestras analizadas

Se analizó en a partir del software Statgraphics, los valores de la curtosis tipificada junto con la asimetría tipificada estando dentro del rango -2 a 2 lo que nos permite manejar los datos como distribución normal. Asimismo la diferencia del menor valor con el mayor de la desviación estándar no supera el 3 a 1 por lo que el análisis de varianza se puede tomar con certeza puesto que ésta asume que las desviaciones típicas en todos los niveles son iguales.

Al tomar el valor mayor del coeficiente de variación que pertenece a la prueba a (PEC5) se determinó si el tamaño de la muestra 3 nos permite un 10% máximo de error relativo dando como resultado que con 2 muestras el error es menor de 10%. El error con el que se trabajó en las muestras con un tamaño de muestra de 3 es de $\pm 0,0657241$ con un nivel de confianza del 95%

En la Figura 3.2, se presentan los valores de las medias junto con el error estándar. En éste se puede observar que algunos valores de rendimientos son totalmente diferentes y otros en cambio no presentan diferencia significativa. Esto se comprueba con un análisis de varianza.

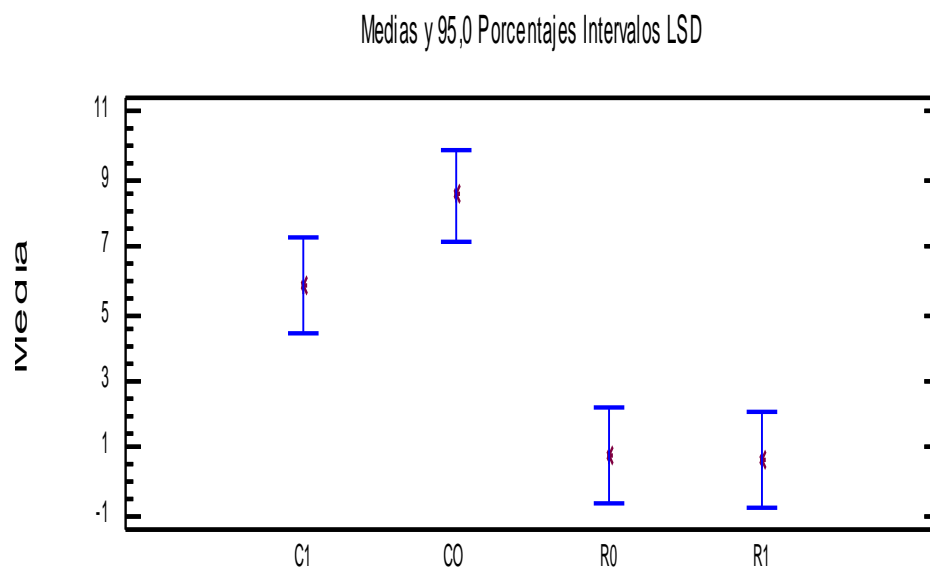


Figura 3.2: Gráfico de medias (Índice de peróxidos)

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuad.	GI Cuadrado	Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	582,883	3	194,294	15,57	0,0000
Intra grupos	599,073	48	12,4807		
Total (Corr.)	1181,96	51			

Con el P- valor inferior a 0,01 se puede afirmar con un nivel de confianza del 99% que existe diferencia significativa entre los valores de rendimientos. En el contraste múltiple de rangos se aprecia claramente los grupos homogéneos.

Tabla 3.2: Grupos homogéneos (Índice de peróxidos)

Contraste Múltiple de Rango			
Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
R1	13	0,7	X
R0	13	0,804615	X
C1	13	5,87385	X
CO	13	8,49769	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
C1 - CO			-2,62385 2,7861
C1 - R0			+5,06923 2,7861
C1 - R1			+5,17385 2,7861
CO - R0			+7,69308 2,7861
CO - R1			+7,79769 2,7861
R0 - R1			0,104615 2,7861

* indica una diferencia significativa.

La prueba R1 no tiene diferencia con la prueba R0 y a su vez la prueba CO no tiene diferencia con la prueba C1 y entre ellas tienen diferencia. La conclusión que se puede obtener es que el proceso de adición de antioxidante se marca por la variedad, necesitando o no antioxidante para obtener el mismo tiempo de vida útil.

Aunque el grupo de variedades es homogéneo permite concluir que el antioxidante ayuda a la inhibición de la rancidez. Esto se debe probablemente a lo mencionado en el capítulo primero, donde la composición grasa y la temperatura ambiente del experimento, el antioxidante no llega a proteger totalmente las reacciones oxidativas que pueden ser hidrolíticas o autolíticas.

Tabla 3.3: Resultados del perfil lipídico

	i= 0 meses	a= 3 meses	m= 6 meses	b = 9 meses	f= 12 meses
Maní Variedad Charapo C0					
Acidos grasos Saturados	11,02	13,07	15,12	15,51	15,89
Acidos grasos monoinsaturados	75,2	71,73	68,25	67,24	66,23
Acidos grasos Polinsaturados	5,68	6,59	7,5	7,55	7,6
Maní Variedad Charapo C1					
Acidos grasos Saturados	11,02	13,40	15,78	15,82	15,86
Acidos grasos monoinsaturados	75,2	72,43	69,65	68,31	66,97
Acidos grasos Polinsaturados	5,68	6,59	7,3	7,4	7,6
Maní Variedad Rosita RO					
Acidos grasos Saturados	10,96	11,29	11,62	11,64	11,66
Acidos grasos monoinsaturados	82,46	81,69	80,92	79,62	78,32
Acidos grasos Polinsaturados	5,78	6,30	6,82	7,20	7,58
Maní Variedad Rosita R1					
Acidos grasos Saturados	10,96	11,32	11,58	11,62	11,65
Acidos grasos monoinsaturados	82,46	82,10	81,93	81,33	80,73
Acidos grasos Polinsaturados	5,78	6,08	6,48	7,04	7,6

Fuente: Laboratorios AVVE, Guayaquil, 2010

Tabla 3.4: Composición de ácidos grasos saturados

Muestra	Acidos grasos Saturados			
	C1	C1	RO	R1
0	11,02	11,02	10,96	11,06
3	13,70	13,40	11,29	11,32
6	15,12	15,78	11,62	11,58
9	15,51	15,82	11,64	11,62
12	15,89	15,86	11,66	11,65

Fuente: Laboratorios AVVE, Guayaquil, 2010

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables a un nivel de confianza del 95,0%. En la Figura 3.3 se presenta el gráfico de las medias y se puede observar que existe un solapamiento que en el análisis de varianza se confirmó la diferencia significativa con la presencia de grupos homogéneos.

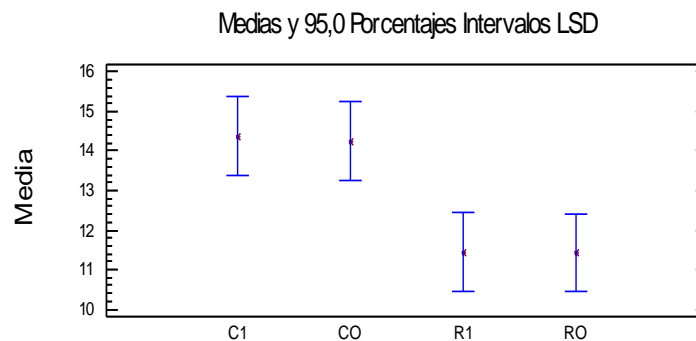


Figura 3.3. Gráfico de medias (perfil de ácido grasos saturados)

El P-valor cercano a 0 indica diferencia significativa con un grado de confianza del 95%.

Dentro de este análisis existe una diferencia clara de la muestra "CO Y C1" con respecto a R1 Y R0, en este caso no presenta diferencia significativa con la muestra RO y esta a su vez con la muestra RO. El indicador de grasas saturadas media en la muestra de mayor durabilidad es de 45,56% lo que nos asegura cumplir con las normas vigentes ecuatorianas.

ANÁLISIS DE VARIANZA Y GRUPOS HOMOGÉNEOS (PERFIL LIPÍDICO)

Fuente	Sumas de cuad.	GI	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	41,2832	3	13,7611	6,31	0,0050
Intra grupos	34,8716	16	2,17948		
Total (Corr.)	76,1549	19			

Contraste Múltiple de Rango

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
RO	5	11,434	X
R1	5	11,446	X
CO	5	14,248	X
C1	5	14,376	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
C1 - CO	0,128	1,97935
C1 - R1	*2,93	1,97935
C1 - RO	*2,942	1,97935
CO - R1	*2,802	1,97935
CO - RO	*2,814	1,97935
R1 - RO	0,012	1,97935

* indica una diferencia significativa.

Estos resultados confirman que la mayor duración se da solamente por el contenido de ácidos grasos saturados pero existe una diferencia constante en el uso de antioxidantes donde es más efectivo en el producto más sensible a la oxidación

3.2 Resultados y análisis estadístico de pruebas microbiológicas

Se realizó las pruebas por triplicado a cada uno de los parámetros microbiológicos indicados en la norma ecuatoriana a excepción de salmonella la cual la sola presencia rechazaba la muestra. Los datos pueden observarse en la Tabla 3.5 pero para el análisis del comportamiento con respecto al tiempo tomaremos a los aerobios totales.

Tabla 3.5: Contaje microbiológico en maní tostado (ufc / g)

Muestra	Hongos y levaduras			
	C0	C1	RO	R1
0	<10	<10	<10	<10
3	<10	<10	<10	<10
6	<10	<10	<10	<10
9	<10	<10	<10	<10
12	<10	<10	<10	<10

Muestra	Aerobios			
	C0	C1	RO	R1
0	100	130	110	330
3	420	380	290	440
6	220	280	450	260
9	310	620	825	680
12	740	770	340	110

Muestra	Salmonella			
	C0	C1	RO	R1
0	0	0	0	0
3	0	0	0	0
6	0	0	0	0
9	0	0	0	0
12	0	0	0	0

La desviación típica de cada una de las medias en los análisis de Aerobios denota que no hay diferencia en lo que respecta al producto con antioxidante y sin antioxidante, así mismo las variedades no influyen en el crecimiento microbiano.

Medias y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD

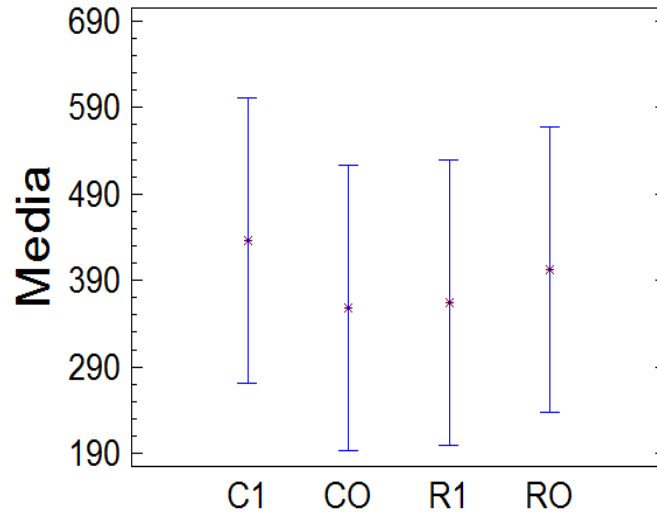


FIGURA 3.4 GRÁFICO DE MEDIAS (CONTAJE AEROBIOS)

ANÁLISIS DE VARIANZA Y CONTRASTE DE MEDIAS (CONTAJE DE AEROBIOS)

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	19923,8	3	6641,25	0,11	0,9532
Intra grupos	969200,0	16	60575,0		
Total (Corr.)	989124,0	19			

Contraste Múltiple de Rango

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
CO	5	358,0	X
R1	5	364,0	X
RO	5	403,0	X
C1	5	436,0	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
C1 - CO	78,0	329,985
C1 - R1	72,0	329,985
C1 - RO	33,0	329,985
CO - R1	-6,0	329,985
CO - RO	-45,0	329,985
R1 - RO	-39,0	329,985

* indica una diferencia significativa.

En el análisis se puede observar que la diferencia significativa se marca hasta con un grado de seguridad superior al 95%.

Se puede concluir que el crecimiento microbiano en aerobios es siempre menor a 10^3 ente las muestras de salmonella, hongos y levaduras hay ausencia. No existe diferencia entre las muestras

3.3 Resultados y análisis de evaluación sensorial

Se utilizó la prueba de preferencia de comparación múltiple para definir el nivel de frescura.

La prueba tomada como referencia es una muestra fresca El procedimiento se detalla en el capítulo anterior utilizando el cuestionario en cada caso.

RESULTADOS PANEL SENSORIAL

Producto Evaluado: Charapo C0
Fecha: 13/10/2009 – 13/12/2009
Participantes: 9 panelistas entrenados de una fábrica productora de maní tostado, en Guayaquil
Lugar: Guayaquil
Tipo de Panel: Prueba de Preferencia

A continuación se adjuntan diferencias en

CODIGO DE MUESTRA	DESCRIPCION
482	2 Meses
683	0 Meses
976	1 Meses

RESULTADOS

Pruebe estas muestras y señale cuanto le gusta o le disgusta cada una.

JUECES 683	976	482	TOTAL	
1	9	6	2	17
2	8	7	2	17

3	7	8	2	17
4	7	8	1	16
5	5	7	0	12
6	8	6	0	14
7	8	5	0	13
8	8	5	0	13
9	8	6	0	14
TOTALES	68	58	7	133

CUADRADOS TOTALES

	683	976	482	TOTAL
1	81	36	4	289
2	64	49	4	289
3	49	64	4	289
4	49	64	1	256
5	25	49	0	144
6	64	36	0	196
7	64	25	0	169
8	64	25	0	169
9	64	36	0	196
TOTALES	524	384	13	1997

ANALISIS DE VARIANZA:

Factor de Corrección:

$$CF = (174^2 / (3 \cdot 9))$$

$$CF = 655,15$$

SUMA DE CUADRADOS MUESTRA:

$$Ssm = (((59)^2 + (58)^2 + (57)^2 / 9) - CF)$$

$$Ssm = 237,85$$

SUMA DE CUADRADOS JUECES :

$$Ssj = ((17)^2 + (18)^2 + (20)^2 + (21)^2 + (21)^2 + (19)^2 + (20)^2 + (19)^2 + (19)^2 / 3) - CF$$

$$Ssj = 10,52$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL:

$$SS_t = (7)^2 + (4)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (8)^2 + \dots + (5)^2 - CF$$

SS_t=265,85

SUMA DE CUADRADOS ERROR:

$$Sse = 48,67 - 0,22 - 4,67$$

Sse= 17,48

Grados de Libertad Muestras:

$$df_m = (3-1)$$

df_m=2

Grados de Libertad Jueces:

$$df_j = (9-1)$$

df_j= 8

Grados de Libertad Total:

$$df_t = 27 - 1$$

df_t=26

Grados de Libertad Error:

$$df_e = 26 - 8 - 2$$

df_e= 16

Cuadrado promedio muestra

$$ms_m = 0,22 / 2$$

ms_m=118,93

Cuadrado promedio Jueces

$$ms_j = 4,67 / 8$$

ms_j= 1,31

Cuadrado promedio error:

$$mse = 43,78 / 16$$

mse=1,09

Razón de varianza muestra

$$F_m = 0,11 / 2,74$$

F_m=108,85

Razón de varianza Jueces

$$F_j = 0,58 / 2,74$$

F_j= 1,20

CUADRO DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de Varianza	df	ss	ms	F
Muestra	2	237,85	118,93	108,85
Jueces	8	10,52	1,31	1,20
Error	16	17,48	1,09	
Total	26	265,85		

Tabla 92

dferror ↓ dfmuestra ▶
 16 2 **6,22**
 6,22 > 108,85

108,85 > 6,22

Conclusión: Existe preferencia significativa entre las muestras

Observaciones: La preferencia por 2 muestras es muy marcada, las tres tienen valores de las dos preferencia muy cercanos, lo que determina que las muestras

están parecidas en cuanto no hay rancidez, pero la muestra 482 es rechazada por su no frescura a un mes de envejecimiento.

RESULTADOS PANEL SENSORIAL

Producto Evaluado: Charapo C1
Fecha: 13/10/2009 – 13/01/2010
Participantes: 9 panelistas entrenados de una fábrica productora de maní tostado, en Guayaquil
Lugar: Guayaquil
Tipo de Panel: Prueba de Preferencia

.A continuación se adjuntan diferencias en

CODIGO DE MUESTRA	DESCRIPCION
482	3 Meses
683	0 Meses
976	1 Meses

RESULTADOS

Pruebe estas Muestras y señale cuanto le gusta o le disgusta cada una.

JUECES	683	976	482	TOTAL	
1	7	6	2	15	
2	4	7	2	13	
3	7	8	2	17	
4	7	8	1	16	
5	5	7	0	12	
6	5	6	0	11	
7	8	5	0	13	
8	8	5	0	13	
9	8	6	0	14	
TOTALES	59	58	7	124	

CUADRADOS TOTALES

	683	976	482	TOTAL
1	49	36	4	225
2	16	49	4	169
3	49	64	4	289
4	49	64	1	256
5	25	49	0	144
6	25	36	0	121
7	64	25	0	169
8	64	25	0	169
9	64	36	0	196
TOTALES	405	384	13	1738

ANALISIS DE VARIANZA:

Factor de Corrección:

$$CF = (174^2 / (3 \cdot 9))$$

$$CF = 569,48$$

SUMA DE CUADRADOS MUESTRA:

$$S_{sm} = (((59)^2 + (58)^2 + (57)^2 / 9) - CF)$$

$$S_{sm} = 196,52$$

SUMA DE CUADRADOS JUECES :

$$S_{sj} = ((17)^2 + (18)^2 + (20)^2 + (21)^2 + (21)^2 + (19)^2 + (20)^2 + (19)^2 + (19)^2 / 3) - CF$$

$$S_{sj} = 9,85$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL:

$$S_{St} = (7)^2 + (4)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (8)^2 + \dots + (5)^2 - CF$$

$$S_{St} = 232,52$$

SUMA DE CUADRADOS ERROR:

$$S_{se} = 48,67 -$$

$$S_{se} = 26,15$$

Grados de Libertad Muestras:

dfm=(3-1)
dfm=2

Grados de Libertad Jueces:

dfj= (9-1)
dfj= 8

Grados de Libertad Total:

dft=27--1
dft=26

Grados de Libertad Error:

dfe= 26--8--2
dfe= 16

Cuadrado promedio muestra

msm=0,22/2
msm=98,26

Cuadrado promedio Jueces

msj= 4,67/8
msj= 1,23

Cuadrado promedio error:

mse=43,78/16
mse=1,63

Razón de varianza muestra

Fm=0,11/2,74
Fm=60,12

Razón de varianza Jueces

Fj= 0,58/2,74
Fj= 0,75

CUADRO DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de Varianza	df	ss	ms	F
Muestra	2	196,52	98,26	60,12
Jueces	8	9,85	1,23	0,75
Error	16	26,15	1,63	
Total	26	232,52		

Tabla 92

dferror	↓	dfmuestra	▶
16		2	6,22
6,22 >			60,12

60,12 > 6,22

Conclusión: Existe preferencia significativa entre las muestras de Coberturas

Observaciones: La preferencia por 2 muestras es muy marcada, las tres tienen valores de las dos preferencia muy cercanos, lo que determina que las muestras están parecidas en vs la muestra 482 con una diferencia de rancidez es rechazada por su no frescura.

RESULTADOS PANEL SENSORIAL

Producto Evaluado: Rosita R0
Fecha: 13/10/2009 – 13/10/2010
Participantes: 9 panelistas entrenados de una fábrica productora de maní tostado, en Guayaquil
Lugar: Guayaquil
Tipo de Panel: Prueba de Preferencia
 A continuación se adjuntan diferencias en

CODIGO DE MUESTRA	DESCRIPCION
482	12 Meses
683	0 Meses
976	6 Meses

RESULTADOS

Pruebe estas Muestras y señale cuanto le gusta o le disgusta cada una.

JUECES	683	976	482	TOTAL	
1	7	6	7	20	
2	9	7	4	20	
3	7	7	8	22	
4	7	8	5	20	
5	8	7	8	23	
6	5	6	6	17	
7	8	7	6	21	
8	8	5	8	21	
9	8	6	4	18	
TOTALES	67	59	56	182	

CUADRADOS TOTALES

	683	976	482	TOTAL
1	49	36	49	400
2	81	49	16	400
3	49	49	64	484
4	49	64	25	400
5	64	49	64	529
6	25	36	36	289
7	64	49	36	441
8	64	25	64	441
9	64	36	16	324
TOTALES	509	393	370	3708

ANALISIS DE VARIANZA:

Factor de Corrección:

$$CF = (174^2 / (3 \cdot 9))$$

$$CF = 1226,81$$

SUMA DE CUADRADOS MUESTRA:

$$Ssm = (((59)^2 + (58)^2 + (57)^2 / 9) - CF)$$

$$Ssm = 7,19$$

SUMA DE CUADRADOS JUECES :

$$Ssj = (((17)^2 + (18)^2 + (20)^2 + (21)^2 + (21)^2 + (19)^2 + (20)^2 + (19)^2 + (19)^2 / 3) - CF)$$

$$Ssj = 9,19$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL: SUMA DE CUADRADOS ERROR:

$$SSt = (7)^2 + (4)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (8)^2 + \dots + (5)^2 - CF$$

$$SSt = 45,19$$

$$Sse = 48,67 - 0,22 - 4,67$$

$$Sse = 28,81$$

Grados de Libertad Muestras:

$$dfm = (3 - 1)$$

$$dfm = 2$$

Grados de Libertad Jueces:

$$dfj = (9 - 1)$$

$$dfj = 8$$

Grados de Libertad Total:

dft=27--1

dft=26

Grados de Libertad Error:

dfe= 26--8--2

dfe= 16

Cuadrado promedio muestra

msm=0,22/2

msm=3,59

Cuadrado promedio Jueces

msj= 4,67/8

msj= 1,15

Cuadrado promedio error:

mse=43,78/16

mse=1,80

Razón de varianza muestra

Fm=0,11/2,74

Fm=1,99

Razón de varianza Jueces

Fj= 0.58/2,74

Fj= 0,64

CUADRO DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de Varianza	df	ss	ms	F	Tabla 92
Muestra	2	7,19	3,59	1,99	dferror ↓ fdmuestra ▶
Jueces	8	9,19	1,15	0,64	16 2 6,22
Error	16	28,81	1,80		
Total	26	45,19			6,22 > 1,99

1,99 < 6,22

Conclusión: No Existe preferencia significativa entre las muestras de Coberturas**Observaciones:** La preferencia por alguna muestra no es muy marcada, las tres tienen valores de preferencia muy cercanos, lo que determina que las muestras están parecidas**RESULTADOS PANEL SENSORIAL****Producto Evaluado:** Rosita R1**Fecha:** 13/10/2009 – 13/10/2010

Participantes: 9 panelistas entrenados de una fábrica productora de maní tostado, en Guayaquil

Lugar: Guayaquil

Tipo de Panel: Prueba de Preferencia

.A continuación se adjuntan diferencias en

CODIGO DE MUESTRA	DESCRIPCION
482	12 Meses
683	0 Meses
976	6 Meses

RESULTADOS

Pruebe estas Muestras y señale cuanto le gusta o le disgusta cada una.

JUECES	683	976	482	TOTAL	
	1	7	6	7	20
	2	4	7	4	15
	3	7	8	8	23
	4	7	8	5	20
	5	5	7	8	20
	6	5	6	6	17
	7	8	5	6	19
	8	8	5	8	21
	9	8	6	4	18
TOTALES		59	58	56	173

CUADRADOS TOTALES

	683	976	482	TOTAL
1	49	36	49	400
2	16	49	16	225
3	49	64	64	529
4	49	64	25	400
5	25	49	64	400
6	25	36	36	289
7	64	25	36	361
8	64	25	64	441
9	64	36	16	324
TOTALES	405	384	370	3369

ANALISIS DE VARIANZA:

Factor de Corrección:

$$CF = (174^2 / (3 \cdot 9))$$

$$CF = 1108,48$$

SUMA DE CUADRADOS MUESTRA:

$$Ssm = (((59)^2 + (58)^2 + (57)^2 / 9) - CF)$$

$$Ssm = 0,52$$

SUMA DE CUADRADOS JUECES :

$$Ssj = (((17)^2 + (18)^2 + (20)^2 + (21)^2 + (21)^2 + (19)^2 + (20)^2 + (19)^2 + (19)^2 / 3) - CF)$$

$$Ssj = 14,52$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL: SUMA DE CUADRADOS ERROR:

$$SSt = (7)^2 + (4)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (8)^2 + \dots + (5)^2 - CF \quad Sse = 48,67 - 0,22 - 4,67$$

$$SSt = 50,52$$

$$Sse = 35,48$$

Grados de Libertad Muestras: Grados de Libertad Jueces:

$$dfm = (3 - 1)$$

$$dfj = (9 - 1)$$

$$dfm = 2$$

$$dfj = 8$$

Grados de Libertad Total:**Grados de Libertad Error:**

Tabla 3.6: Fórmula maní tostado

Ingrediente	Porcentaje
Maní tostado	99,46
Manteca de Cacao	0,44
Tocoferol	0,1
	100

3.5 Caracterización del producto final

Antioxidante Tocoferol 200 mg x kg.de cantidad de grasa en el maní tostado

Almacenamiento y manejo:

Tiempo de vida útil: 12 meses días a 30 °C

Mantenerlo en lugar fresco y seco

Información de alérgenos: Contiene Maní

PARAMETROS ORGANOLEPTICOS

OLOR Fresco

COLOR Ambar/Amarillo

SABOR Característico

PARAMETROS FISICO QUIMICO

% DE HUMEDAD Max 2%

% DE PRODUCTO CON PIEL Max 1.3 %

% IMPUREZAS 0

TAMAÑO 4 - 10 mm

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

AEROBIOS MESOFILOS < 10000 ufc

LEVADURAS Y MOHOS < 10 ufc

COLIFORMES TOTALES Negativo NMP

E. COLI Ausente

SALMONELLA Ausente

3.6 Modelo estadístico

Para determinar el modelo que permita predecir la oxidación del maní tostado en función de las variables estudiadas se toma de referencia el contenido de grasa y Antioxidante.

Tabla 3.7: Comportamiento oxidativo de mejor muestra en el tiempo

Meses	R1
0,0	0
0,9	0
1,8	0,1
2,6	0,1
3,4	0,12
3,9	0,11
4,9	0,22
6,3	0,5
9,7	0,69
12,1	1,36
14,0	1,6
16,7	2
18,5	2,3

GRAFICO PERIODO DE INDUCCION

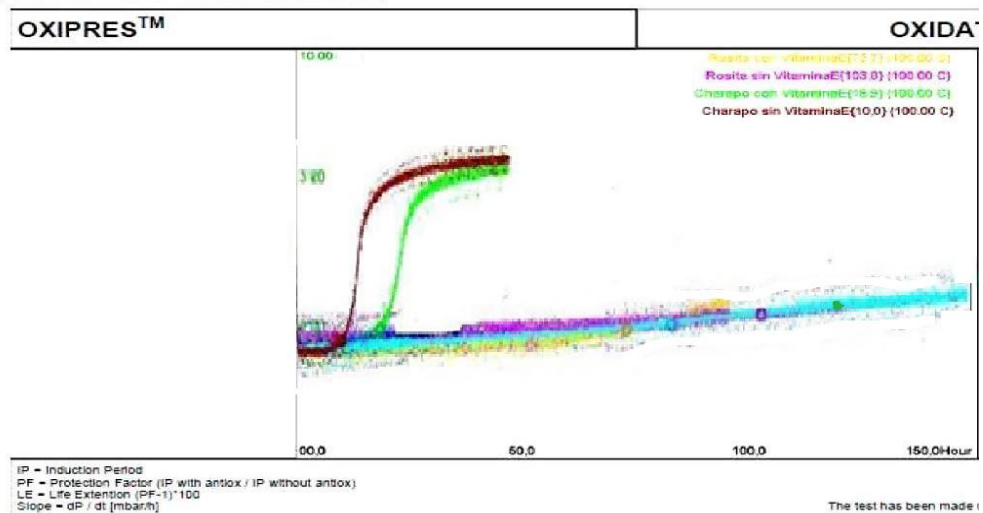


Figura 3.5: Gráfico de predicción de Vida útil Rancimat

Gráfico de Ajuste para el Modelo

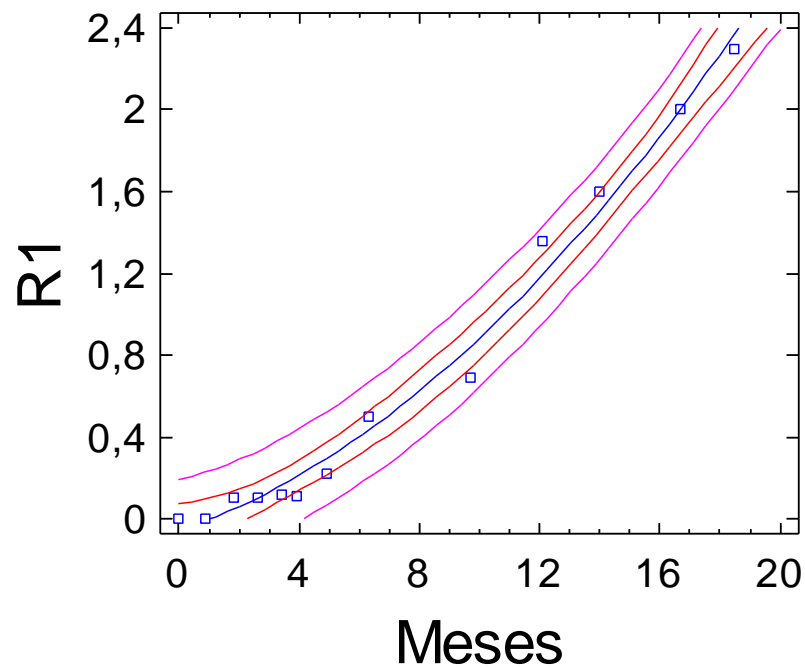


Figura 3.6: Gráfico de Ajuste a modelo R1

Análisis de Regresión Polinomial

Variable dependiente: R1

Parámetro	Error Estadístico		T	P-Valor
	Estimación	Estándar		
CONSTANTE	-0,0574657	0,0589014	-0,975626	0,3523
Meses	0,0500105	0,0180197	2,77532	0,0196
Meses ²	0,00440587	0,0009655	4,56324	0,0010

Análisis de la Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F-Ratio	P-Valor
Modelo	8,05791	2	4,02895	434,65	0,0000
Residuo	0,0926935	10	0,00926935		
Total (Corr.)	8,1506	12			

R-cuadrado = 98,8627 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para d.f.) = 98,6353 porcentaje

Error Estándar de la Est. = 0,0962774

Error absoluto medio = 0,0689379

Estadístico Durbin-Watson = 2,18542 (P=0,1385)

autocorrelación de residuos en Lag 1 = -0,141385

La salida muestra los resultados de ajuste al modelo polinomio de segundo orden para describir la relación entre R1 y Meses. La ecuación del modelo de ajuste es

$$R1 = -0,0574657 + 0,0500105 * \text{Meses} + 0,00440587 * \text{Meses}^2$$

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.01, hay relación estadísticamente significativa entre R1 y Meses para un nivel de confianza del 99%.

El estadístico R2 indica que el modelo explica un 98,8627% de la variabilidad en R1. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente números de variables independientes, es 98,6353%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0,0962774. El error absoluto medio (MAE) de 0,0689379 es el valor medio de los residuos.

Este modelo tiene un R^2 bastante alto lo que indica que puede explicar un porcentaje alto del error (95%) y su calidad de ajuste tiene un 99 % de confianza ya que el P-valor del análisis de varianza es menor que el 1% de significancia.

Los residuos son independientes según el estadístico Durbin-Watson (P- valor > que 0,05) y no hay indicio de correlación serial, validando en parte el modelo. Al analizar la validez estadística de los coeficientes estos no son significativos ya que con el análisis del estadístico T se puede observar que el coeficiente de la variable

independiente P muestra un p-valor superior a todos. Por lo tanto se procedió a eliminar la variable P del modelo.

Tabla 3.8: Datos de Modelo R1: Composición de ácidos grasos saturados en tiempo

Meses	R1
0	11,06
3	11,32
6	11,58
9	11,62
12	11,65

Gráfico de Ajuste para el Modelo

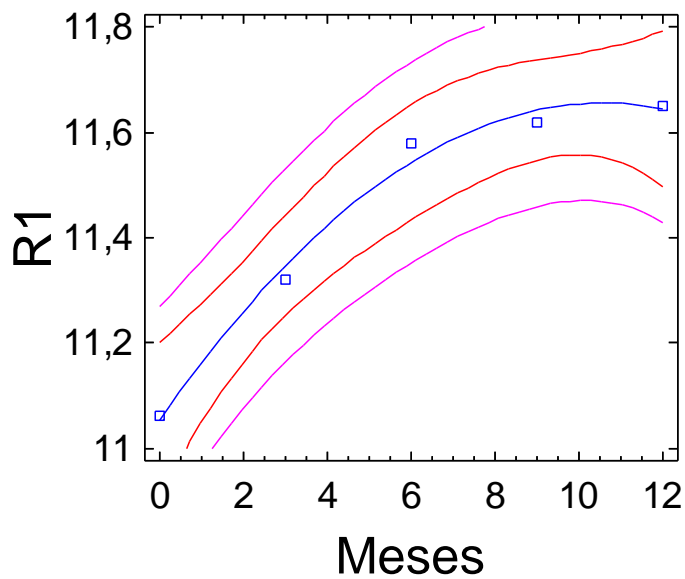


Figura: 3.7 Grafico Ajustado según modelo R1 de ácidos grasos en el tiempo
Análisis de Regresión Polinomial

Variable dependiente: R1

Parámetro	Error Estadístico		T	P-Valor
	Estimación	Estándar		
CONSTANTE	11,0529	0,0342667	322,554	0,0000
Meses	0,114095	0,0135305	8,43244	0,0138
Meses^2	-0,00539683	0,00108123	-4,99137	0,0379

Análisis de la Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F-Ratio	P-Valor
Modelo	0,252069	2	0,126034	95,07	0,0104
Residuo	0,00265143	2	0,00132571		
Total (Corr.)	0,25472	4			

R-cuadrado = 98,9591 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para d.f.) = 97,9182 porcentaje

Error Estándar de la Est. = 0,0364104

Error absoluto medio = 0,0196571

Estadístico Durbin-Watson = 3,56776 (P=0,0000)

autocorrelación de residuos en Lag 1 = -0,798491

La salida muestra los resultados de ajuste al modelo polinomio de segundo orden para describir la relación entre R1 y Meses. La ecuación del modelo de ajuste es

$$R1 = 11,0529 + 0,114095 * \text{Meses} - 0,00539683 * \text{Meses}^2$$

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.05, hay relación estadísticamente significativa entre R1 y Meses para un nivel de confianza del 95%. El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 98,9591% de la variabilidad en R1. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente números de variables independientes, es 97,9182%. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0,0364104.

El estadístico Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Puesto que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación de serie.

En la determinación de orden apropiado del polinomio, tenga en cuenta que el p-valor del término de mayor orden del polinomio es igual a 0,0378728. Puesto que el p-valor es inferior a 0.05, el término de orden superior es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 95%. Por consiguiente, es probable que no quiera considerar ningún modelo de orden más bajo.

CAPITULO 4

4. DISEÑO DEL PROCESO Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL MANÍ TOSTADO

4.1 Determinación de las operaciones de producción

Recepción de Materia Prima:

En esta etapa se revisan las condiciones de transporte y embalaje de la materia teniendo en cuenta la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos crecimiento micótico, tamaño, variedad, roto, impurezas, humedad y contaminantes con olores extraños.

Contenido de humedad Nivel máximo: Maní con vaina 10% y Granos de maní 9,0% (Ver Codex Anexo 1). Se almacena a 16°C y éste puede ser prolongado hasta 3 meses (sin tostar).



Figura 4.1: Balanza Analógica

Clasificación por Tamaño:

Se realiza utilizando una clasificadora de tamaño vibratoria la cual cuenta con mallas clasificadoras por donde el maní va cayendo, de acuerdo a su diámetro y tamaño.

El maní se clasifica grande, mediano y pequeño. El producto es colocado en sacos e identificado y luego se los pone sobre raquet de acuerdo al tamaño. Adicionalmente a la clasificación del maní por su tamaño, la zaranda también permite separar impurezas.

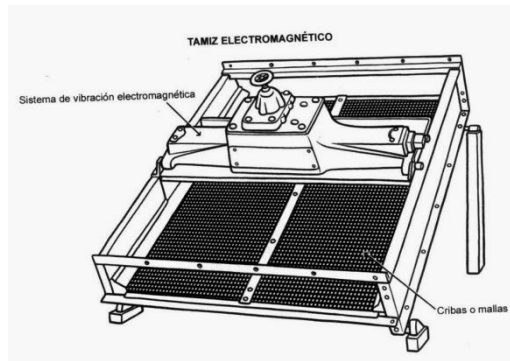


Figura 4.2: Zaranda Vibratoria

Selección

La selección se la realiza en forma manual en mesas de selección, cuyo objetivo es retirar todas las impurezas y producto defectuoso que haya pasado la etapa anterior. Granos enmohecidos, rancios o descompuestos 0,2% m/m máximo, Granos enmohecidos son los que presentan filamentos con moho visible a simple vista, Granos descompuestos son los que muestran visiblemente una notable descomposición, Granos rancios son granos en que se ha producido la oxidación de los lípidos (no deben superar los 5 meq de oxígeno activo/kg) o se han formado ácidos grasos libres (no deben superar el 1,0%), lo que determina la producción de sabores desagradables.



Figura 4.3: Selección Manual

Tostado

El producto seleccionado es llevado a un equipo tostador 240 °C en donde por efecto de las altas temperaturas el producto se tuesta en aproximadamente 60 minutos. Este proceso es un tratamiento térmico que se aplica para que la maní que va a ser almacenada en enfriado antes de entrar a los procesos no se altere por crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática como es la proteólisis y lipólisis, que en el caso de darse los rendimientos de producción se pueden ver afectados, por la pérdida de humedad. La temperatura aplicada va de 180°C a 240°C por 60 minutos.

Con este proceso se eliminan todos los microorganismos presentes, debido a su largo tiempo de permanencia, el objetivo de alargar el tiempo de tostado no es solo reducir carga microbiana a cero es también reducir el contenido de agua y aportar más olor a tostado, que es el perfil preferido por la población ecuatoriana.

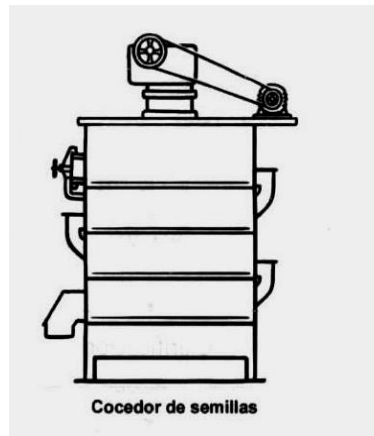


FIGURA 4.4: Equipo tostado

Enfriamiento:

Se realiza en mesas acondicionadas con un sistema de ventilación que permite reducir la temperatura del producto, evitando que se siga cocinando.



Figura 4.5: Mesa de enfriamiento

Adición de Ingredientes de mezclado

Materiales:

TABLA 4.1: Ingredientes de mezclado

Ingrediente	Porcentaje
Maní tostado	99,46
Manteca de Cacao	0,44
Tocoferol	0,1
	100

Solución de aditivo:

En un olla de acero inoxidable se coloca a baño de maría manteca de cacao para fundirla, cuando esta totalmente disuelta se deja enfriar por 10 minutos aproximadamente para proceder a mezclar con el antioxidante.



Figura 4.6: Preparación de Aditivo

Adición de aditivo

Luego de ser enfriado se coloca en el bombo 100 kg de maní tostado. Mientras el bombo esté girando se añaden 100 ml del aditivo por todo el maní para que se homogenice.



Figura 4.7: Adición de aditivo

Empacado y Almacenamiento

Después de la adición del aditivo, el producto se lo empaca en fundas de material flexible complejo de polipropileno metalizado en presentaciones de 25 Kg. aproximadamente.

El producto empacado se lo almacena en ambiente fresco y seco.



Figura 4.8: Producto Almacenado

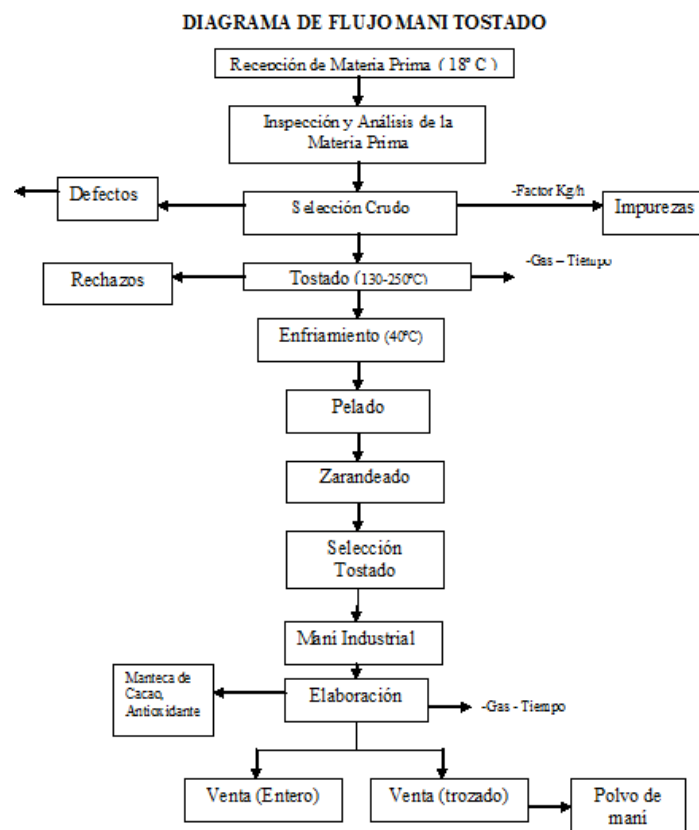


Figura 4.9: Diagrama del flujo del proceso

4.2 Selección de equipos adecuados

Los equipos necesarios para la empresa de fabricación de Maní tostado pero con una capacidad de tostar 100 kilos al día serían los siguientes

1 tostador de tambor de doble fondo de capacidad de 50 kilos día

1 banda de selección

1 banda de enfriamiento

1 marmita a gas con agitación

Cámaras para almacenar

Normalmente el proceso de elaboración de Maní tostado, se calcular el tamaño del caldero y conocer el consumo energético de Tostado se realiza un cálculo estimado preliminar ajustándose a un análisis de ingeniería conceptual que permitiría desarrollar otros trabajos de investigación.

En el tostado de 50 kilos por hora se procesarían 100 kilos por día. El calor específico del maní es de 26433 KJ/ Kg, asumiendo que maní llega a una temperatura en el peor de los casos refrigerada a 4° C. La energía requerida será:

$$\begin{aligned}
 q &= m C_p (T_2 - T_1) = \\
 &100\text{Kg} (26433)\text{Kj/Kg}^\circ\text{C} (100-30)^\circ\text{C} \\
 &= 185'031,000 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Esta cantidad se la tostó en equipos de la planta que consumen 25 kilos/ hora en el tostador y 3 kilos en el proceso de mezclado, donde por todo el proceso el consumo de gas es 56 kilos día.

4.3 Análisis de costos de fabricación

Para analizar los costos de fabricación se parte algunos estimados y de experiencias previas, donde el consumo por suministros y otros gastos indirectos podrían variar.

TABLA 4.2: Costos directos – Materias prima

MANI TOSTADO INDUSTRIAL 25 KILOS					
Producción Maní Fundas 25 Kg.	100.00				
Producción Maní Caja Kilos	2 500.00	Kg			
Producción Maní Industrial qq	55.01	QQ		45.45	
COMPRA DE MATERIA PRIMA	UNID.	CANT.	P/UNIT.	TOTAL	%
Maní (Compra) ROSITA	Quintal	58.52	100.00	5 851.65	
Maní (Ingreso a Inventario)	Kg.	2 659.58	2.20	5 851.65	
COSTOS DIRECTOS					
MATERIA PRIMA (Clasificación por Tamaño)	UNID.	CANT.	P/UNIT.	TOTAL	%
Cantidad de materia prima ingresada	Kg.	2 659.58	-	-	
Porcentaje de defectos e impurezas 2%	Kg	53.19	-	-	
Maní utilizado en proceso tostado	Kg	2 606.38	-	-	
Porcentaje de humedad y defectos de selección/zaranda/selecc (4%)	Kg	106.38	-	-	
Rendimiento real de maní tostado.	Kg	2 500.00	-	-	
SUBTOTAL MANI	kg	2 659.58	2.20	5 851.65	84.51%

TABLA 4.3: Costos directos – Mano de obra Total

MANO DE OBRA DIRECTA	Nº PERSONAS	HORAS	P/HORA	TOTAL	%
RECEPCION Y PESO	3.00	0.50	1.80	2.70	
SELECCIONADORAS	3.00	12.00	1.80	64.80	0.94%
TOSTADO	1.00	14.63	1.80	26.33	
PELADO	1.00	13.75	1.80	24.75	
EMPACADO Y EMBALADO	1.00	2.00	1.80	3.60	
Adición de Antioxidante	1.00	13.75	1.80	24.75	
ADMINISTRACIÓN MOI	1.00	2 500.00	0.05	125.00	
SUBTOTAL MO				271.94	3.93%

TABLA 4.4: Costos indirectos – Transporte

Gtos Logistica	PERSONAS	X MES	P/HORA	TOTAL
PERSONAL DESPACHO	2.00	7.63	2.00	15.25
		entregas	costo x entrega	
COMBUSTIBLE		3.05	2.62	7.99
Gtos Area Comercial		Facturación		Comisión general
COMISIONES		7 625.00	2%	114.38

TABLA 4.5: Costos indirectos – Servicios y suministros

COSTOS INDIRECTOS			0.00%
SERVICIOS BASICOS	Valor/ Kilo	\$	
Luz	0.01	25.00	12.05%
Agua	0.01	25.00	12.05%
Telefono	0.003	7.50	3.61%
Gas	0.02	50.00	24.10%
Mater. Limpieza	0.01	25.00	12.05%
Gtos Mantenimiento			0.00%
Sueldos	0.03	75.00	36.14%
SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS		207.50	3.00%

TABLA 4.6: Costos indirectos – Materiales de elaboración de empaque y Varios

MATERIALES DE ELABORACION	UNID.	CANTIDAD	P/UNIT.	TOTAL	%
Manteca de Cacao	Kg.	11.06	9.00	99.54	
Antioxidante	Kg	2.51	21.50	54.04	
				153.58	
MATERIALES DE EMPAQUE	UNID.	CANTIDAD	P/UNIT.	TOTAL	%
Fundas	UNID	100.00	0.10	10.00	
Funda transparente	UNID	100.00	0.10	10.00	
Etiqueta	Cinta	100.00	0.01	1.00	
Otros					
Examen de laboratorio	examen	1.00	125.00	125.00	
Examen aflatoxinas	examen	1.00	20.00	20.00	
SUBTOTAL MATERIALES DE EMPAQUE				166.00	2.40%

TABLA 4.7: Costos de Totales fabricación

TOTAL COSTO DIRECTO + INDIRECTO	6 788.28	
Costo de Imprevistos 2%	138.54	2.00%
COSTO PRODUCCION	6 926.82	100.00%
MANI TOSTADO INDUSTRIAL 25 KILOS		
COSTO PRODUCCION X KG	2.771	
COSTO PRODUCCION X Funda 25 Kg	69.268	

El valor más influyente en los costos de fabricación es la materia prima, pero en conclusión se puede destacar que con una pequeña inversión se podría tener un producto de mejor calidad y seguro a precio competitivo. El de Maní tostado sin tratamiento actualmente se comercializa a \$3.8 el Kilo. Pero los tratados con antioxidante tienen un costo de \$ 3.83. Claramente se puede observar que al aumentar el tiempo de vida útil se pueden hacer tostadas más grandes de 500 kilos diarios donde bajaría el costo de fabricación.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El deterioro del grano de maní es significativamente diferente para las dos variedades de maní estudiados. Sin embargo, el efecto protector del antioxidante en las reacciones de oxidación para los niveles ensayados en este trabajo, dan una eficiencia de inhibición de la rancidez, alargando la vida del producto, inclusive para la variedad más crítico como el charapo durando tres meses, un mes y medio más que el charapo sin protección.

La vida útil del producto es superior al lapso utilizado actualmente para la rotulación de los productos comerciales (3 meses), por lo que extenderíamos la vida del producto dependiendo de la variedad y conociendo el comportamiento de estas variedades con el antioxidante evitando el hallazgo de muestras rancias en el comercio; sin embargo, no se analizó en este trabajo la influencia de otros parámetros que podrían influir en la vida útil del producto, tales como envases y contenido de sal.

Los resultados organolépticos y de costos dieron como pauta que la mejor propuesta para elaborar Maní tostado es la variedad Rosita con antioxidante, el peor fue el Charapo sin antioxidantes; en ambos casos su sabor fue determinante en la preferencia del consumidor, siendo el parámetro rancidez, la causa principal de la no preferencia.

El contenido de grasa juega un papel importante en la estabilidad ya que su contenido debe guardar una relación con el tiempo de vida. El modelo obtenido explica que a medida que la grasa saturada inicial es pequeña y contiene antioxidante, el Maní tostado obtenido dura más tiempo. Con esto podemos diseñar una curva hedónica para realizar un envejecimiento acelerado en una incubadora a 45°C

El modelo tiene validez dentro del rango del valor de las variables estudiadas, que en el caso para humedades es entre 1.6 y 2 %. Cabe destacar que los ensayos fueron realizados con maní fresco de buen manejo post cosecha con un 95% de confianza.

Como conclusión final se puede asegurar que las prácticas post cosecha, las buena rotación FIFO en fábrica, con adición de antioxidante con una variedad como Rosita con poca grasa y alto contenido de ácido oleico e insaturados más una humedad de 1.6 a 2 %, así como el conteo microbiológico con sus buenas prácticas de manufactura, se obtendrá un producto robusto que dure más de un año. Esto, acompañado de una mínima inversión, favorecería a obtener más tiempo de vida del maní tostado con un aumento de producción sin tener miedo a que se caduque en nuestro establecimiento o en la planta del cliente.

Ante la presencia de productos artesanales de poca confianza microbiológica y de poca vida por su prematuro enranciamiento se recomienda tomar esta investigación para promover capacitaciones por intermedio de entes gubernamentales que lleguen a los pequeños y medianos acopiadores y/o productores a fin de que con un plan de adquisición de un antioxidante, más la técnica de preservación aquí detallada junto con equipos básicos, puedan elaborar productos seguros para el consumidor y logrando para ellos una mejora de sus ingresos y por ende un crecimiento económico del sector.

Se recomienda ahondar en las técnicas dadas para otros productos derivados del maní como la pasta, mantequilla y aceite de maní.

Asimismo el análisis económico y del costo energético en profundidad podría dar un apoyo importante a instituciones que quisieran invertir en esta área, proponiéndose esto en siguientes investigaciones.

Bibliografía

Análisis de Laboratorios Cromatografía de Gases (AVVE, 2010).

Andalucía- Morales, Evaluación Sensorial y Organoléptica de los Alimentos, Primera edición, Editorial Acribia 1994

Bett KL. & Boylston, T.D. "Effect of Storage on Roasted Peanut Quality" en: St. Angelo, A. Editor. *Lipid oxidation in food. Washington D.C.: American Chemical Society Symposium Series. 1992, pp 322-343.*

Braddock, J. C., Stability of Volatile Flavors and Aromas of Peanuts with High and Normal Oils Acid Content, MS Thesis. Gainesville University of Florida, Available from University of Florida.1995, Vol. 92

Brandt, L., Peanut Flavor Chemistry and Confections, <http://www.findarticles.com/p/arti>, (15/05/2006).

Brannan, G. & Koehler, P. "Physico-chemical and Sensory Characteristics of Defatted Roasted Peanuts During Storage" en *Peanut Science*, 1999, Vol. 26

Folleto: El maní, Tecnología de manejo y usos, INIAP, Enero 2005

Folleto: Nueva variedad de maní precoz para zonas semisecas de Loja y Manabí, INIAP 381 - Rosita, Diciembre de 2003

La Fabril, Análisis en Rancimat Manta 2011

Nawar, W. *Lipids in Food Chemistry*. Fennema O.R., 2nd edition Dekker M. (Ed), Inc., Nueva York, 1985, pp

Wernwer Baltés, Química de Alimentos, Quinta edición, Editorial Acribia 2007