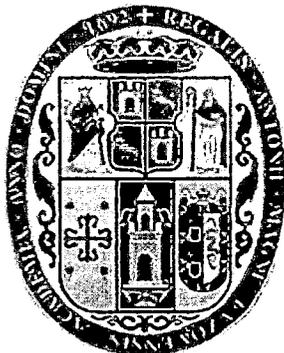


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



En cumplimiento al reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, se procedió al sustento oral y público del trabajo de tesis intitulada

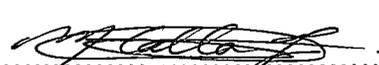
**“DETERMINACION DE VIDA ÚTIL EN ALIMENTO INSTANTANEO
A BASE DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), MAÍZ
MORADO (*Zea mayz* L.) Y OCA (*Oxalis tuberosa*) POR PRUEBAS
ACELERADAS DE ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS
COMPUESTOS BIOACTIVOS”**

Acto en que los señores del jurado realizaron las observaciones, preguntas y alcances; en fe de ello los jurados dan su conformidad.


Mgt. Francisco CASA QUISPE
PRESIDENTE


Mgt. Juan CALLAÑAUPA QUISPE
PRIMER REPLICANTE


Mgt. Julia Dolores MONTUFAR AVENDAÑO
SEGUNDO REPLICANTE


Mgt. Miriam CALLA FLOREZ
PRIMER DICTAMINANTE


M. Sc. Francisca CALLAÑAUPA MENDOZA
SEGUNDO DICTAMINANTE

PRESENTACIÓN

SEÑOR RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL Y SEÑORES CATEDRATICOS MIEMBROS DEL JURADO.

De conformidad con el reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, presentamos a vuestra consideración el trabajo de investigación intitulado **“DETERMINACION DE VIDA ÚTIL EN ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), MAÍZ MORADO (*Zea mayz* L.) Y OCA (*Oxalis tuberosa*) POR PRUEBAS ACELERADAS DE ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS”**, para optar el título de Ingeniería Agroindustrial.

Bach: Fidel Celio COCHAMA AYTARA

Bach: Carmen FLORES CCASA

DEDICATORIA.

A Dios todo poderoso por a verme guiado y llevarme por un buen camino.

A la Virgen del Carmen y señor de Koyllo Rritty por su protección.

A mi madre Roberta Ccasa Aquino por ser mi mayor fuente de inspiración, amor y comprensión, por su valiosa Formación y apoyo para poder enfrentarme con los retos de la vida. Gracias por haberle pedido a Dios que me diera la vida, los amo de una forma inmensurable.

A mi padre Feliciano Flores Medina por ser mi mayor fuente de inspiración, amor y comprensión, por sus invaluable consejos que permitieron el alcance de todos los objetivos planteados.

A mis hermanos Gerardo, Juan Carlos y Luis Alberto y en especial a mis padres por los valores que me han entregado, por el cariño la unión familiar y por apoyarme incondicionalmente durante toda mi carrera y mi vida muchísimas gracias.

Carmen Flores Ccasa

DEDICATORIA

A DIOS, por darme vida y salud para lograr mis objetivos trazados.

*Con mucho cariño y eterna gratitud a mis padres **Nicomedes Cochama** y **Tomasa Aytara** por darme su afecto y sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante por su amor y por brindarme la mejor herencia en esta vida, una profesión.*

*Con mucho cariño y afecto a mis **HERMANOS(AS): Jose, moises, Anita, Doris, Glenis, Ines y Jeyson Nico**, por estar siempre conmigo y apoyarme siempre, quienes han vivido procesos de mi vida tanto en los momentos felices y tristes.*

*A MIS AMIGOS **Raul y Gilber** por su apoyo incondicional y motivación, en especial a **Carmen** por su compañía y motivación durante todo el proceso de mi formación profesional.*

Fidel C. Cochama Aytara

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos:

- A Dios todo poderoso por iluminarnos en nuestra tesis, ya que sin Él nada es posible.
- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a nuestra Facultad de Ingeniería Agroindustrial por habernos brindado una formación profesional, a todos nuestros docentes por los conocimientos y enseñanzas compartidas durante nuestra Formación Profesional.
- A nuestro asesor Ing. Mgt. Bernardo JORGE ROJAS por su valiosa asesoría y todos los conocimientos brindados quien nos motivó incondicionalmente durante la realización de nuestra tesis a quien expresamos nuestros sinceros agradecimientos.
- A nuestro asesor Ing. M. Sc. Mario Roger COTACALLAPA SUCAPUCA por ser un ejemplo a seguir; por su dedicación y apoyo para lograr la culminación de este trabajo de investigación, a quien expresamos nuestros sinceros agradecimientos.
- A la empresa de Industrias de Procesamiento Tairo "INPROT" E.I.R.L. por habernos permitido realizar el proceso de extrusión de nuestro trabajo de investigación.
- Al Ing. Mario CUMPA CAYURI, por su apoyo y orientación en los análisis de laboratorio efectuados.
- A los Químicos. Ciro TOMAIYLLA CRUZ y Jacqueline ARAGON ALENCASTRE, por sus apoyos brindados en los laboratorios realizados durante nuestra investigación.

LISTA DE ABREVIATURAS

AV.....	Aceite vegetal
aw.....	Actividad agua
ANVA.....	Análisis de varianza
B.....	Muestra blanco patrón
Ca.....	Calcio
Cu.....	Cobre
$C_{14}H_{18}O_4$	trolox
C_2H_5OH	Etanol
$C_6H_6O_2$	Catecol
C_4H_{14}	Hexano
C.....	Cañihua
CO_2	Dióxido de carbono
$C_{20}H_{14}O_4$	Indicador de Fenoltaleína
$CuSO_4$	Sulfato de cobre
Exp.....	Exponencial
E_A	Energía de activación para la reacción de deterioro
EB.....	Envase blanco polietileno opaco coextruido bilaminado
EA.....	Envase amarillo polietileno de aluminio laminado
FAO.....	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
F.....	Formulación
GL.....	Grados de libertad
$(H_2O)_d$	Agua destilada
H_2SO_4	Ácido Sulfúrico
HCl 0.073N.....	Ácido Clorhídrico estandarizado
HTST.....	High Temperature Short Time (Alta temperatura y tiempo corto)
INIA.....	Instituto Nacional de Investigación Agraria
M.P.....	Muestra patron
ml.....	Mililitros
MM.....	Maíz Morado
Meq.....	Valor de mili equivalente en gramos del ácido del que se quiere expresar la acidez
Nm.....	Nanómetros
N.....	Normalidad
NTP.....	Normas Técnicas Peruanas
N.T.....	Nitrógeno Total
$(NH_4)_2SO_4$	Sulfato de Amonio

NH ₃	Amoniaco
Na ₂ SO ₄	Sulfato de Sodio
NaOH.....	Hidróxido de sodio
NaOH 0.0905N.....	Hidróxido de sodio estandarizado
NaOH _(c)	Hidróxido de sodio concentrado
Na ₂ S ₂ O ₃	Tiosulfato de sodio
N ₂ O.....	Óxido de nitrógeno
(NH ₄) ₃ (PO ₄ (MoO ₃) ₁₂)....	Fosfomolibdato de amonio
LS.....	Lecitina de Soya
LP.....	Leche en Polvo
ORAC.....	Capacidad de absorbanca del radical oxigeno
ON.....	Oca Negra
PET.....	Polietileno Tereftalato
PEAD.....	Polietileno de Alta Densidad
PVC.....	Cloruro de Polivinilo
PP.....	Polipropileno
PS.....	Poli estireno
PIN.....	Programa Integral de Nutrición
K ₂ O.....	Oxido de potasio
K.....	Constante de velocidad de reacción a la temperatura T,
SQ.....	Score Químico
ST.....	Estándar
Se.....	Selenio
SO ₂	Dioxido de Azufre
t _s	Tiempo de vida de anaquel a la temperatura T _s
t ₀	Tiempo a la temperatura T ₀ ,
T ₁₋₁₂	Tratamientos
T.....	Temperatura
T _{ref}	Temperatura de referencia en °K
VU.....	Vida útil
V.g.....	Volumen gastado
Zn.....	Zinc
μ.....	Media maestral

INDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS.....	V
RESUMEN.....	XIX
INTRODUCCION.....	XX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XXI
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	XXII
HIPOTESIS.....	XXIII
JUSTIFICACION.....	XXIV
ANTECEDENTES.....	XXV

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1. KAÑIHUA.....	1
1.1.1. DESCRIPCION.....	1
1.1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA.....	2
1.1.3. ORIGEN.....	3
1.1.4. VALOR NUTRICIONAL.....	3
1.1.5. CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE KAÑIHUA.....	5
1.1.6. PROCESAMIENTO Y USOS.....	6
1.2. MAIZ MORADO.....	6
1.2.1. DESCRIPCION BOTANICA.....	6
1.2.2. CLASIFICACION TAXONOMICA.....	7
1.2.3. ORIGEN.....	7
1.2.4. COMPOSICION QUIMICA DEL MAIZ MORADO.....	8
1.2.5. PROPIEDADES DEL MAIZ MORADO.....	8
1.2.6. COLOR DEL MAIZ MORADO.....	9
1.2.7. CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE MAIZ MORADO.....	9

1.2.8. USOS Y ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DEL MAIZ MORADO.....	10
1.3. OCA NEGRA.....	11
1.3.1. DESCRIPCION.....	11
1.3.2. CLASIFICACION TAXONOMICA.....	11
1.3.3. ORIGEN.....	11
1.3.4. COMPOSICIÓN QUIMICA.....	12
1.3.5. VARIEDADES DE OCA.....	13
1.3.6. PROCESAMIENTO Y USOS.....	13
1.4. PROCESO DE COCCION – EXTRUSION DE LOS ALIMENTOS.....	14
1.4.1. VENTAJAS DE LA COCCION – EXTRUSION DE ALIMENTOS.....	15
1.4.2. DESVENTAJAS DE LA COCCION - EXTRUSION.....	16
1.4.3. EFECTOS DE COCCION EXTRUSION SOBRE LA COMPOSICION DE MACRONUTRIENTES.....	17
1.4.4. TIPOS DE EXTRUSION.....	18
1.5. MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA.....	20
1.5.1. PRINCIPIOS DE UNA MEZCLA ALIMENTARIA.....	20
1.5.2. RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA.....	20
1.6. COMPUESTOS BIOACTIVOS.....	21
1.6.1. COMPUESTOS FENOLICOS.....	22
1.6.1.1. CLASIFICACION DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.....	23
1.6.1.1.1. NO FLAVONOIDES.....	23
1.6.1.1.2. FLAVONOIDES.....	24
1.6.1.1.3. ACTIVIDAD BIOLOGICA DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.....	26
1.6.1.2. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS POLIFENOLICOS.....	26
1.6.2. ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS.....	28
1.6.2.1. IMPORTANCIA DE LOS ANTIOXIDANTES.....	28
1.6.2.2. ANTIOXIDANTES NATURALES.....	28
1.6.2.3. EFECTO SINERGICO DE LOS ANTIOXIDANTES.....	29

1.6.2.4. RADICALES LIBRES.....	29
1.6.3. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	30
1.7. VIDA UTIL.....	32
1.7.1. VIDA EN ANAQUEL.....	33
1.7.2. ESTUDIO ACELERADO DE VIDA UTIL.....	33
1.7.2.1. ECUACION DE ARRHENIUS.....	34
1.7.3. GRAFICOS DE VIDA UTIL.....	34
1.7.4. METODOS DE ESTIMACION DE VIDA UTIL.....	35
1.7.5. CAMBIOS OCURRIDOS DURANTE LA VIDA UTIL.....	36
1.7.6. VIDA UTIL DEPENDIENTE DEL EMPAQUE Y DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.....	37
1.7.7. VIDA UTIL DE LOS ALIMENTOS EMPACADOS.....	37
1.8. CONSIDERACIONES DEL EMPAQUE.....	38
1.8.1. ENVASE.....	38
1.8.2. PLÁSTICO.....	39
1.8.2.1. TIPOS DE PLÁSTICO.....	40
1.8.2.2. VENTAJAS.....	40
1.8.2.3. DESVENTAJAS.....	41
1.8.2.4. POLIETILENO DE ALUMINIO LAMINADO.....	41
1.8.2.5. POLIETILENO OPACO COEXTRUIDO BILAMINADO.....	42

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	43
2.2. MATERIALES.....	44
2.2.1. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	44
2.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	45
2.2.2.1. PARA EL ANALISIS FISICOQUÍMICO.....	48
2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	51

2.3.1. VARIABLES DE LA INVESTIGACION.....	52
2.3.1.1. VARIABLES INDEPENDIENTES O DE PROCESO.....	52
2.3.1.2. VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESPUESTA.....	53
2.4. METODO EXPERIMENTAL.....	54
2.4.1. PROCESO PARA LA OBTENCION DEL ALIMENTO	
INSTANTANEO MEDIANTE EXTRUSION.....	56
2.4.1.1. OBTENCIÓN DE LA CAÑIHUA LAMINADA.....	56
2.4.1.2. OBTENCION DE GRITS DE MAIZ MORADO.....	57
2.4.1.3. OBTENCION DE GRITS DE OCA NEGRA.....	59
2.4.2. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE LAS FORMULACIONES.....	60
2.4.3. PROCESO DE COCCIÓN – EXTRUSIÓN.....	61
2.4.4. OPERACIONES POSTERIORES AL PROCESO DE	
COCCIÓN – EXTRUSIÓN.....	61
2.4.4.1. MOLIENDA.....	61
2.4.4.2. MEZCLADO CON INSUMOS Y ADITIVOS.....	62
2.4.4.3. ENVASADO.....	62
2.5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE ALMACENAMIENTO.....	62
2.5.1. PRUEBAS ACELERADAS DE VIDA UTIL.....	62
2.5.2. METODOS DE ANALISIS.....	63
2.5.2.1. OBTENCIÓN DE EXTRACTO PARA EL ANÁLISIS	
DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS.....	63
2.5.2.2. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES.....	64
2.5.2.3. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	65
2.5.2.4. ANALISIS FISICOQUIMICO.....	67
2.6. DETERMINACION DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL.....	74
2.6.1. PREDICION DE LA VIDA ÚTIL DEL ALIMENTO	
INSTANTANEO A TRAVES DEL MODELO DE ARRHENIUS.....	75
2.7. DISEÑO ESTADISTICO.....	76
2.7.1. MÉTODOS PARA EL ANALISIS ESTADÍSTICO.....	77
2.8. ANALISIS MICROBIOLÓGICO.....	78

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. FORMULACION DEL ALIMENTO	79
3.1.1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA MUESTRA PATRON.....	81
3.1.2. RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO FINAL.....	84
3.2. CUANTIFICACION DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS.....	85
3.2.1. CUANTIFICACION DE COMPUESTOS FENOLICOS.....	86
3.2.1.1. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS COMPUESTOS	
FENOLICOS TOTALES.....	91
3.2.1.2. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.....	92
3.2.2. CUANTIFICACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	95
3.2.2.1. ANALISIS ESTADISTICO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	99
3.2.2.2. ANALISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE....	100
3.3. DETERMINACION DE VIDA UTIL DEL ALIMENTO.....	103
3.3.1. PREDICCION DE VIDA UTIL DEL ALIMENTO INSTANTANEO A	
TRAVES DEL MODELO ARRHENIUS.....	103
3.4. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS.....	137
3.4.1. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA MUESTRA PATRÓN.....	137
3.4.2. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS PRODUCTOS	
ALMACENADOS MUESTRAS FINAL.....	138
CONCLUSIONES.....	139
RECOMENDACIONES.....	140
BIBLIOGRAFIA.....	141
ANEXOS.....	150

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Composición Proximal de Cereales y granos andinos (gr/100 gr Materia Seca).....	4
Cuadro 02. Contenido de Amino ácidos.....	5
Cuadro 03. Composición de los Granos y marlo de Maíz negro en Base Seca (%)......	8
Cuadro 04. Composición del contenido nutritivo en 100g.....	12
Cuadro 05. Clasificación de Polifenoles no flavonoides.....	24
Cuadro 06. Clasificación de Polifenoles flavonoides.....	25
Cuadro 07. Tipos de Plásticos usados empaques de Alimentos.....	40
Cuadro 08. Variables independientes o de Proceso.....	52
Cuadro 09. Variables dependientes o de respuesta.....	53
Cuadro 10. Proceso de Almacenamiento.....	63
Cuadro 11. Curva Patrón Fenólicos Totales (Expresados en ml).....	64
Cuadro 12. Curva Patrón Antioxidantes (Expresados en ml).....	66
Cuadro 13. Especificaciones microbiológicas para alimento instantáneo.....	78
Cuadro 14. Resultados de Score Químico para las 9 Formulaciones.....	81
Cuadro 15. Análisis Fisicoquímico del Alimento Instantáneo muestras patrón.....	82
Cuadro 16. Análisis Fisicoquímico del Alimento Instantáneo almacenado muestras final.....	84
Cuadro 17. Resultados de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de las muestras patrón.....	86
Cuadro 18. Resultados de Compuestos Fenólicos Totales de los Tratamientos en Estudio. Muestras finales.....	87
Cuadro 19. Tratamientos en Estudio para la Cuantificación de los Compuestos Fenólicos Totales.....	91
Cuadro 20. Análisis de Varianza para Compuestos Fenólicos Totales.....	92
Cuadro 21. Pruebas de Múltiple Rango para Compuestos Fenólicos Totales por Formulación. Método (HSD) de Tukey Al 99 %.....	93

Cuadro 22. Contraste por Formulación Al 99.0% Para Los Compuestos Fenólicos Totales.....	93
Cuadro 23. Método (HSD) de Tukey al 95.0% por Temperatura.....	94
Cuadro 24. Contraste por Temperatura al 99.0%.....	95
Cuadro 25. Actividad Antioxidante de los Tratamientos en Estudio.....	96
Cuadro 26. Tratamientos para la Determinación de Actividad Antioxidante.....	99
Cuadro 27. Análisis de Varianza Para la Actividad Antioxidante.....	100
Cuadro 28. Método (HSD) de Tukey Al 99.0%. De Actividad Antioxidante para Formulación.....	101
Cuadro 29. Contraste Por Formulación al 99.0% de Actividad Antioxidante.....	101
Cuadro 30. Prueba de Múltiple Rangos para Actividad Antioxidante. Método (Hsd) de Tukey al 95.0%. Por Temperatura.....	102
Cuadro 31. Contraste por Temperatura al 99.0%.....	103
Cuadro 32. Resultado de los Índice de Peróxidos para predicción la vida útil del alimento instantáneo.....	105
Cuadro 33. Índice de peróxidos para la formulación 1 empacados en envase de polietileno de aluminio laminado.....	106
Cuadro 34. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la (F1; envase polietileno de aluminio laminado).....	110
Cuadro 35. Resultado de la predicción de vida útil para la F1 y envase polietileno de aluminio laminado.....	114
Cuadro 36. Índice de peróxidos para la formulación 1 empacados en envase de polietileno opaco coextruido bilaminado.....	114
Cuadro 37. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la (F1; envase polietileno opaco coextruido bilaminado).....	116
Cuadro 38. Resultado de la predicción de vida útil para la F1 y envase laminado opaco coextruido.....	121
Cuadro 39. Índice de peróxidos para la formulación 2 empacados en envase de polietileno de aluminio laminado.....	121
Cuadro 40. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la (F2;	

envase polietileno de aluminio laminado).....	123
Cuadro 41. Resultado de la predicción de vida útil para la F2 y envase polietileno de aluminio laminado.....	128
Cuadro 42. Índice de peróxidos para la formulación empacados en envase de polietileno opaco coextruido bilaminado.....	128
Cuadro 43. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la F2; envase polietileno opaco coextruido bilaminado.....	130
Cuadro 44. Resultado de la predicción de vida útil para la F2 y envase polietileno de aluminio laminado.....	135
Cuadro 45. Resultados de tiempo de vida de útil por el Método de Arrhenius....	136
Cuadro 46. Resultados microbiológicos muestras patrón.....	137
Cuadro 47. Resultados microbiológicos del producto almacenado muestra final.....	138
Cuadro 48. Composición teórico de las 9 formulaciones.....	156
Cuadro 49: Contenidos de %(proteína animal, CHO de azúcar, kcal proteína, kcal grasa, kcal CHO y energía en kcal) para las 9 formulaciones propuestas.....	156
Cuadro 50: Composición de los macronutrientes de las materias prima e insumos.....	157
Cuadro 51. Contenido de macronutrientes para las 9 formulaciones.....	157
Cuadro 52: Composición de los alimentos de acuerdo al porcentaje de la formulación 1.....	158
Cuadro 53: Composición de los alimentos de acuerdo al porcentaje de la formulación 2.....	158
Cuadro 54. Composición química de los alimentos: humedad, nitrógeno, factor, proteína y aminoácidos esenciales.....	160
Cuadro 55. Composición química de los alimentos: humedad, nitrógeno, proteína y aminoácidos esenciales.....	160
Cuadro 56. Contenido de aminoácidos en mg/g de mezcla para la formulación 1.....	161
Cuadro 57. Contenido de aminoácidos en mg/g de mezcla para la formulación 2.....	162

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Compuestos bioactivos de los alimentos.....	22
Figura 02. Gráficos de vida útil.....	35
Figura 03. Resumen de variables para cuantificar los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante.....	52
Figura 04. Resultados de Compuestos Fenólicos Totales de los Tratamientos en Estudio. Muestras finales en comparación con las muestras patrón.....	88
Figura 05. Figura de Medias para Compuestos Fenólicos Totales Por Formulación.....	94
Figura 06. Actividad Antioxidante de los Tratamientos en Estudio.....	97
Figura 07. Figura de Medias para Actividad Antioxidante. Por Formulación...	102
Figura 08. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para 5°C para el tratamiento 1.....	106
Figura 09. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 2 a 17°C.....	107
Figura 10. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para El tratamiento 3 a 40°C.....	108
Figura 11. Logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura..	109
FIGURA 12: Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 1 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.....	111
Figura 13. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 2 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.....	112
Figura 14. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 3 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.....	113
Figura 15: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 4 a 5°C.....	115

Figura 16. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento Para el tratamiento 5 a 17°C.....	115
Figura 17. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 6 a 40°C.....	116
Figura 18. Logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura Para los tratamientos 4, 5 y 6.....	117
Figura 19. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 4 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.....	118
Figura 20. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 5 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.....	119
Figura 21. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 6 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.....	120
Figura 22: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento Para el tratamiento 7 a 5°C.....	122
Figura 23: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento Para el tratamiento 8 a 17°C.....	122
Figura 24: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 9 a 40°C.....	123
Figura 25: logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura para los tratamientos 7, 8 y 9.....	124
Figura 26. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 7 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.....	125
Figura 27. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 8 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.....	126
Figura 28. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 9 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.....	127
Figura 29: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para 5°C.....	129
Figura 30: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento Para 17°C.....	129
Figura 31: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento	

para 40°C.....	130
Figura 32: logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura para los tratamientos 10, 11 y 12.....	131
Figura 33. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 10 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.....	132
Figura 34. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 11 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.....	133
Figura 35. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 12 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.....	134
Figura 36: Descripción botánica de la cañihua (<i>Chenopodiu Pallidicaule ellen</i>).....	152
Figura 37: descripción botánica del maíz morado (<i>Zea mayz L.</i>).....	152
Figura 38: Descripción botánica de la oca negra o kulli oca. (<i>Oxalis tuberosa sara-oca</i>).....	153

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 01. Tratamientos para el experimento.....	51
Diagrama 02. Diseño experimental.....	54
Diagrama 03. Diagrama de flujo para la determinación de vida útil en alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado y oca negro.....	55
Diagrama 04. Diagrama de flujo para la obtención de cañihua laminada.....	57
Diagrama 05. Diagrama de flujo para la obtención de grits de maíz morado.....	58
Diagrama 06. Diagrama de flujo para la obtención de grits de oca.....	60
Diagrama 07. Obtención de extractos.....	64
Diagrama 08. Diagrama de flujo para el estudio de vida útil.....	75

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN BOTANICA DE LA CAÑIHUA, MAIZ MORADO Y OCA NEGRA.	151
ANEXO 2: CERTIFICADO DE CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS	154
ANEXO 3: COMPOSICION TEORICA DE LAS FORMULACIONES.	155
ANEXO 4: METODOLOGIA DE CÁLCULO DEL SCORE QUIMICO (COMPUTO DE AMINOACIDOS)	159
ANEXO 5: SELECCIÓN DE LAS FORMULACIONES PARA EL ESTUDIO.	163
ANEXO 6: RESULTADOS DE LA CUANTIFICACION DE COMPUESTOS BIOACTIVOS (COMPUESTOS FENOLICOS ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE)	165
ANEXO 7: RESULTADOS DE LA COMPOSICION FISICOQUIMICA MUESTRA PATRON	166
ANEXO 8: RESULTADOS DE LA COMPOSICION FISICOQUIMICA DEL PRODUCTO FINAL	167
ANEXO 9: REQUISITOS FISICOQUIMICOS PARA UNA MEZCLA ALIMENTICIA	168
ANEXO 10: RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA PATRON	169
ANEXO 11: RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS FINAL	170
ANEXO 12: REQUISITOS DE CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS	171
ANEXO 13. RESULTADOS DE INDICE DE PEROXIDOS EVALUADOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS	172
ANEXO 14: REQUISITOS PARA EL PROCESO DE ENVASADO Y TIEMPO DE VIDA UTIL	173
ANEXO 15: FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	174

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación, se realizó con el objetivo de determinar la vida útil del alimento instantáneo, y la estabilidad de los compuestos bioactivos tales como compuestos fenólicos y actividad antioxidante, a través de las variables como: **formulación F1:** 60% Cañihua, 20% Maíz Morado, 20% Oca negra y **F2:** 40% Cañihua, 50% Maíz Morado, 10% Oca Negra, **Tipo de envase EA:** polietileno de aluminio laminado y **EB:** polietileno opaco coextruido bilaminado, **Temperatura de almacenamiento** de 5°C ,17°C y 40°C y humedad relativa de 48%, 54% y 28% respectivamente, Almacenados durante el tiempo de 6 meses. Se determinaron los compuestos fenólicos totales por el método Espectrofotométrico Folin-Ciocalteu, donde la muestra Patrón (antes de almacenar) de la formulación 2 obtuvo un valor de 8.545 mg de Folin-Ciocalteu equivalente/g. El tratamiento 10 de la formulación 2 que fue envasado en envase polietileno de aluminio laminado y almacenado a una temperatura de 5°C lo cual presentó un valor alto de compuestos fenólicos de 14.05 mg de ácido gálico equiv/g valor superior a los demás tratamientos. La actividad antioxidante se determinó por el método ORAC, donde la muestra patrón (antes de almacenar) presentó un valor de 83.417 $\mu\text{mol Trolox Equiv/g}$, de la formulación 2. El tratamiento 7 de la formulación 2 almacenado a una temperatura de 5°C, lo cual presentó un valor alto de actividad antioxidante de 24.825 $\mu\text{mol Trolox Equiv./g}$, valor superior a los demás tratamientos e inferior a la muestra patrón. Se determino que el tratamiento 7 obtuvo el tiempo de vida útil predecido más largo de 7.87 meses y el tratamiento 12 obtuvo un tiempo de vida útil predecido más bajo de 5.78 meses.

Palabras clave: Cañihua, Maíz morado, Oca negra, Actividad Antioxidante, Compuestos fenólicos totales, Vida Útil,

INTRODUCCION.

Las tendencias mundiales de la alimentación, en los últimos años, indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos cultivos andinos que, además de contener nutrientes, contengan sustancias fisiológicamente activas desempeñando una función beneficiosa en la reducción de ciertas enfermedades. A estos alimentos, se les ha denominado "alimentos funcionales".

Los estudios acelerados de Vida Útil consiste en almacenar el producto bajo alguna condición alterada sometiendo el producto a condiciones controladas donde uno o más factores extrínsecos son utilizados para proyectar la vida útil del producto bajo condiciones normales.

Se ha determinado que los productos andinos como la Cañihua, Maíz morado y Oca negra; poseen un alto contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidantes naturales, las cuales son de mucha importancia en la alimentación humana. Hay antioxidantes naturales (fisiológicos), presentes en nuestro organismo. Dentro de cada grupo, los antioxidantes pueden ser enzimas que aumentan la velocidad de ruptura de los radicales libres, o previenen la participación de iones de metales de transición en la generación de radicales libres e inactivadores, de esa manera protegen las infecciones del deterioro celular, del envejecimiento prematuro y probablemente del cáncer. Los compuestos antioxidantes son un grupo de vitaminas, minerales y enzimas que protegen nuestro cuerpo de la formación de estos radicales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gran parte de la comercialización de alimentos procesados contienen antioxidantes sintéticos y muchos de ellos son sustancias nocivas para la salud humana, que generan distintas enfermedades; por ello es necesario el consumo de alimentos que ofrecen propiedades bioactivos naturales, como los cultivos andinos. La conservación de los alimentos procesados necesariamente dependen de condiciones de almacenamiento como: Temperatura, humedad y tiempo, las que definen la vida útil del producto, sin embargo ocurren reacciones químicas en ese lapso de tiempo donde puede sufrir cambios o deterioro de las propiedades fisicoquímicas y bioactivos del alimento funcional.

Los cultivos andinos han demostrado ser fuente de antioxidantes y compuestos fenólicos beneficiosos, entre ellos la cañihua, Maíz morado y oca, que tiene un alto valor proteico, que no son aprovechados en forma adecuada. En el presente trabajo de investigación se utiliza materias primas sub explotados muchas veces con pocas propuestas de productividad por el productor y como una alternativa de desarrollo para impulsar el consumo masivo de cultivos andinos. Por esta razón planteamos las siguientes interrogantes que guiaran el desarrollo de esta investigación.

¿Cuál es la formulación adecuada que permita la estabilidad de los compuestos bioactivos durante la vida útil en alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado y oca?

¿Es posible determinar mediante pruebas aceleradas de almacenamiento la estabilidad de los compuestos bioactivos y vida útil en alimento instantáneo?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la vida útil en alimento instantáneo a base de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), Maíz morado (*Zea mays* L.) y oca (*Oxalis tuberosa*) por pruebas aceleradas de almacenamiento y estabilidad de los compuestos bioactivos”

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer la formulación adecuada que permita la estabilidad de los compuestos bioactivos durante la vida útil en alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado y oca.
- Determinar mediante pruebas aceleradas de almacenamiento la estabilidad de los compuestos bioactivos y vida útil en alimento instantáneo.

HIPOTESIS

HIPOTESIS GENERAL

Es posible determinar la vida útil en alimento instantáneo y realizar pruebas aceleradas de almacenamiento que permita la estabilidad de los compuestos bioactivos.

HIPOTESIS ESPECÍFICA

- Es posible determinar la formulación adecuada durante la vida útil del alimento instantáneo a base cañihua (*chenopodium pallidicaule Aellen*), maíz morado (*Zea mayz L.*) y oca (*Oxalis tuberosa*).
- Es posible determinar mediante pruebas aceleradas de almacenamiento la estabilidad de los compuestos bioactivos y vida útil del alimento instantáneo.

JUSTIFICACION.

Uno de los principales propósitos de la industria alimenticia es la conservación de los alimentos durante su vida útil manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables.

La importancia de investigar los cultivos andinos como la cañihua, maíz morado y oca negra; es fundamental por su contenido de nutrientes y componentes bioactivos. Por lo que es importante fomentar los cultivos andinos, en la producción e industrialización, prolongando su vida útil del alimento instantáneo sometiendo a pruebas aceleradas de almacenamiento y estabilidad de los compuestos bioactivos, sobre todo de aquellas que destacan por su valor funcional, siendo en muchos casos condición necesaria. Sin embargo, en la actualidad, no existe una integración de los cultivos andinos con contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en los procesos de producción, transformación y almacenamiento de productos derivados de ellos, debido principalmente al poco interés que se pone en el desarrollo de nuevos alimentos o productos que permitan usar estos cultivos andinos de manera eficiente.

Con este preámbulo se ha propuesto conveniente , para el presente trabajo de investigación , estudiar la estabilidad de los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante de un alimento instantáneo elaborado a base de cultivos andinos como la cañihua, maíz morado y oca negra durante su vida útil.

ANTECEDENTES.

Javier, P. & Lima, M. (2013), determinan en su trabajo intitulado Efecto de proceso de cocción – extrusión en la estabilidad de los compuestos bioactivos y capacidad antiradicalaria en alimento a base de cañihua (*Chenopodium pallidicauli* Aillen), maca (*lepidium meyenii Walp*) y Maíz morado (*Zea mayz L.*) donde estudiaron distintas formulaciones d (F1: 20% maca, 50% cañihua, 30% maíz morado y F2: 50% maca, 30% cañihua, 20% maíz morado) obtenidas a través del cómputo químico que, aplicadas a distintas temperaturas (160 °C y 120 °C), durante el proceso de cocción-extrusión y con distintos flujos de alimentación (800 g/min y 400 g/min) hacia el extrusor, de cuyo proceso obtuvo cuantitativamente los compuestos fenólicos totales de 7.39 mg expresada como ácido gálico equiv./g, la misma que corresponde al tratamiento de la formulación 1, temperatura de 160°C y flujo de alimentación de 800 g/min como el valor superior a los demás tratamientos; en cuanto a la capacidad antiradicalaria, el tratamiento de la formulación 1, temperatura de 160°C y flujo de alimentación de 400 g/min, presento un valor máximo de 67.08 $\mu\text{mol Trolox Equiv./g}$.

Ramírez R. E, & Sossa M. B., (2011), Indican en su trabajo de investigación intitulado “Elaboración de cereales desayuno a través del proceso de extrusión”, donde ha utilizado como materia prima harina compuesta de maíz pre-cocida, harina de torta de soya e ingredientes alimenticios. Para obtener las harinas utilizaron tamices de distintas granulométricas, para obtener la harina de torta de soya está entre un tamiz de 1mm y 0.5 mm de abertura de malla. En el caso de la mezcla de harina de maíz cruda y pre-cocida está de un tamiz de

0.5mm y 0.25mm de abertura de malla. Las características fisicoquímicas, 10.82%, proteína total 7.58%, calcio total 7.22mg/100g y hierro total de 1.02 mg/100g de la Muestra 1, para 500ml de agua. En el caso de la Muestra 2 con 750ml de agua contiene 12.45% proteína total 7.47% y rancidez negativo (Pos/Neg)

El índice de rancidez del cereal de desayuno después de dos, cuatro y seis meses) de ALMACENAMIENTO; muestra un valor negativo (Pos/Neg), lo que quiere decir que es apto para el consumo ya que no presenta sabor extraño a rancidez. En cuanto, se refiere a los valores microbiológicos de coliformes totales presenta 0 NMP/g, mohos 1 NMP/g y levaduras 1 NMP/g. El producto terminado fue evaluado sensorialmente por jueces no entrenados que calificaron los atributos de aroma 8.50, color 8.30, textura 8.20 y sabor 8.70 en la escala hedónica, mostrando aceptación importante en los atributos analizados.

Enríquez S., R. et. al. & Vilcapoma, (2012). Realizaron estudios sobre **"evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de Maiz (*zea mays l.*) Nativo tostado y envasado en tres tipos de envases**, donde trabajaron con las variedades "Carhuay, Chispa y Chullpi". Para el análisis estadístico del tiempo de vida útil se utilizó el modelo lineal DCA. Para comenzar con el estudio de vida útil en anaquel de maíz tostado envasado primero determinaron los parámetros de tostado con dos tratamientos, uno tostado con un tipo de tierra conocido en Huancavelica con el termino quechua "Pachas" y otro tostado sin Pachas a tres rangos de temperatura (100°C a 130°C), (130°C a 160°C) y (160°C a 190°C); y

empacarlos en tres diferentes tipos de envases (envase plástico flexible de polietileno de baja densidad, envase plástico flexible de polipropileno y el envase plástico rígido de polipropileno). Para el estudio de vida útil en anaquel de maíz tostado envasado se empleó el método experimental acelerado probabilístico, el cual se basa en someter a estrés el producto a condiciones extremas y controladas. Al cuantificar el tiempo de vida útil de los productos tostados envasados se obtuvo que el maíz Chullpi tostado con pachas, envasado en plástico flexible de polipropileno almacenado a condiciones de 32°C y 100% de humedad relativa presenta mayor tiempo de vida útil de 366 días, seguido por el maíz Carhuay con 339 días y el maíz Chispa con 318 días, estos dos últimos también tostados con pachas y envasados en envases de plástico flexible de polipropileno. El mejor tratamiento fue el tostado con pachas y el envase que otorga mayor tiempo de vida útil es el envase de plástico flexible de polipropileno.

Carrasco R. & Encina C. (2008). En su trabajo realizado de “**Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*)**”. Realizaron la extracción de compuestos hidrofílicos y lipofílicos de cereales andinos, siendo el de mayor contenido en ambos casos la muestra de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Variedad cupi), seguido por la quinua (*Chenopodium quinoa* ecotipo marrón) y finalmente la kiwicha (*Amaranthus caudatus* ecotipo negra). Realizaron la determinación del contenido de compuestos fenólicos en quince variedades de quinua, siendo la de mayor contenido la variedad PIQ031046 con 139,94 mg ácido gálico/100 g; de las once

muestras de kañiwa el mayor contenido de compuestos fenólicos fue el de la variedad Leghepito con 85,71 mg ácido gálico/100 g; de las seis muestras de kiwicha la variedad A00254 con 30,41 mg ácido gálico/100 g tuvo el mayor contenido de compuestos fenólicos. Finalmente, se realizó la determinación de la capacidad antioxidante medida por el radical DPPH en la fase hidrofílica en las quince muestras de quinua siendo la de mayor contenido la variedad PIQ031046 (2400,55 µgTrolox/g); en las once muestras de kañiwa la variedad de mayor capacidad antioxidante fue la Pukakañiwa con 1509,80 µgTrolox/g; y de las seis muestras de kiwicha fue la variedad A0011 la de mayor capacidad antioxidante con un contenido de 660,37 µgTrolox/g.

Guerrero Cáceres, (2012). Realizó estudios sobre **“Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en fibra dietética de cultivos ancestrales andinos para su utilización como suplemento alimenticio”**. En el presente trabajo se determinó el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cultivos ancestrales andinos, a través de los ensayos Folin-Ciocalteu y del radical ABTS.* respectivamente; los cultivos evaluados fueron: babaco (*Carica pentagona*), uvilla (*Physalis peruvian*), tuna (*Opuntia ficus-indica*), pepino dulce (*Solanum muricatum*), capulí (*Prunus serotina*), amaranto (*Amaranthus caudatus*), mortiño (*Vaccinium floribundum*), taxo (*Passiflora tarminiana*), mora (*Rubus glaucus*) y tomate de árbol (*Cyphomandrabetacea*).

Lo que les permitieron determinar una relación directamente proporcional entre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, Sin embargo, los

cultivos que mejor respuesta dieron para contenido de compuestos fenólicos con un nivel de confianza del 95% fueron: tomate de árbol (397669,52 mg), mora (312807,63 mg), taxo (230468,56 mg) y mortiño (164173,79 mg), expresados en mg de GA/100 g de fibra dietética, donde GA es ácido gálico que es un compuesto fenólico estándar, mientras que los cultivos con mayor capacidad antioxidante a un nivel de confianza del 95%, fueron: tomate de árbol (11433,72 mg), mora (1346,46 mg), taxo (1272.91 mg) y mortiño (640,90 mg) expresados en mg de Trolox/g de fibra dietética.

Luna, (2008). Realizó estudio sobre “**Efecto de cocción-extrusión de la fracción indigestible, Capacidad antioxidante y algunas propiedades funcionales de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*)**”. Obteniendo los siguientes resultados, las diferencias en sus contenidos de proteína, extracto etéreo, polifenoles totales y capacidad antioxidante entre variedades, sobresaliendo Ramis por su contenido de proteína (19.34 % b.s) y Cupi por su extracto etéreo (12.8% b.s.).

Los polifenoles totales variaron entre 233.13 –253.80 mg de ácido gálico Eq./ g. b.sy la capacidad antioxidante entre 14.75 –16.71. milimoles de TroloxEq./g b.s. siendo la variedad Cupi la que presentó los mayores niveles (253.8 y 16.71 respectivamente).

- La Fracción Indigestible vario entre 44.6 –50.79 %
- El contenido de fitatos varió entre 0.78 –0.83 %

Incahuanaco W. & E. Manzaneda (2009). Realizaron una investigación intitolado “**Determinación de parámetros en secado, cocción – extrusión y vida en anaquel en harina instantánea de isaño (*tropaeolum tuberosum* R. et P.)**”; donde utilizaron un secador solar con aire forzado para deshidratar 18 Kg de isaño acondicionado en rodajas de 2 mm de espesor, en el cual la velocidad inicial ha sido 1.71 kg/hr.m² y durante el tiempo de 1.2 a 1.6 horas la velocidad ha sido casi constante con 2.29 kg/hr.m² con una humedad critica de 1.99 kg de agua/kg de solido seco, y se obtuvo 3.51 kg de isaño deshidratado, siendo el tiempo total en secado 6 horas. En cocción extrusión la materia prima (grits de isaño) ha sido acondicionada con 12, 17 y 22% de humedad y las temperaturas de cocción extrusión han sido de 120, 130 y 150°C. Para el análisis se ha utilizado el diseño estadístico DCA, en el cual el resultado óptimo fue el tratamiento 7, con 12% de humedad a 150°C, con 92.83% de grado de gelatinización y 1.06% de índice de expansión la vida en anaquel se determinó en diferentes temperaturas de almacenamiento: a 35°C tiene vida útil de 280 días con 9.9mEq/kg y a 45°C tiene vida útil de 180 días con 9.94mEq/kg de peróxidos.

Las características físico-químicas se determinaron en 3 fases y son los siguientes: en **tubérculo isaño** 1.5% de Proteína, 0.7% de grasa 13.95% de carbohidratos, 0.9% de fibra, 0.6% de ceniza y 82.35% de humedad; en **producto deshidratado** se obtuvo 9.05% de Proteína, 6.95% de grasa, 69.43% de carbohidratos, 0.92% de fibra, 4.04% de ceniza y 9.61% de humedad; en **harina instantánea** para el tratamiento 7 se obtuvo 14.7% de Proteína, 1.54% de grasa 74.80% de carbohidratos, 0.68% de fibra, 4.33% de ceniza y 4.28% de humedad;

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1. KAÑIHUA

1.1.1. DESCRIPCION BOTANICA.

Planta herbácea, ramificada desde la base, altura de 50 a 60 cm, periodo vegetativo entre 140 y 150 días. El color de la planta (tallos y hojas) cambia según el ecotipo en la fase fenológica de grano pastoso; de verde a: anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y purpura. El grano no contiene saponina es de forma subcilindrico, cónico, sublenticular, subsónico y subelipsoidal de 1.0 a 1.2 mm de diámetro, el embrión en curvo y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de pericarpio muy fino y translucido. (A. Vidal, 2010). (Ver Anexo 1).

Su alto valor nutritivo y sus propiedades medicinales han contribuido a que la cañihua sobreviva a pesar de las, cada vez más, desfavorables circunstancias socioeconómicas. El grano es una importante fuente de proteínas y tradicionalmente ha sido una fuente alternativa vital para la carne y los productos lácteos en las áreas rurales de los Andes. Su composición balanceada de aminoácidos es similar a la composición de la proteína de la caseína de la leche y, tradicionalmente, se usa en mezclas para el destete gradual de los infantes. El grano también tiene alto nivel de fibra dietética, hierro, grasas no saturadas y azúcar (Koidet. H, 1997).

1.1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

La clasificación taxonómica de la cañihua (Solano, 2001).

Reino : *Vegetal*

Sub Reino : *Phanerogamae*

División : *Angiospermas*

Clase : *Dicotyledoneae*

Subclase : *Archichlamydeae*

Orden : *Centrospermales*

Familia : *Chenopodiaceae*

Género : *Chenopodium*

Especie : *Chenopodium pallidicaule Aellen*

N. Común : *Cañahua, Kañihua, Káñiwa.*

1.1.3. ORIGEN.

Es una especie andina que durante cientos de años ha sido de gran relevancia para la alimentación de los pobladores andinos. Actualmente está retomando auge, en la alimentación humana por la calidad de su proteína y un mejor cómputo químico que los cereales comunes. Además de componentes nutricionales como calcio y magnesio, la cañihua puede ser fuente importante de componentes funcionales o nutraceuticos como fibra dietaria y compuestos fenolicos pero los pocos estudios no permiten el conocimiento del real potencial de esta especie para su aprovechamiento en la industria alimentaria. (A. Vidal, 2010).

1.1.4. VALOR NUTRICIONAL

La cañihua se caracteriza por contener proteínas de alto valor biológico, mayor que el de la quinua, además de fibra. Es un alimento considerado nutraceutico y/o alimento funcional, con un elevado contenido de proteínas (15.7 a 18.8 por ciento) y una proporción importante de aminoácidos esenciales, entre los que destaca la lisina (7.1%), aminoácido escaso en los alimentos de origen vegetal, que forma parte del cerebro humano. Esta calidad proteica en combinación con un contenido de carbohidratos del orden del 63.4% y aceites vegetales del orden del 7.6%, la hacen altamente nutritiva. También concentra grandes proporciones de calcio, magnesio, sodio, fósforo, hierro, zinc, vitamina E, complejo vitamínico B; por lo que los nutricionistas la comparan con la leche. El grano también tiene alto nivel de fibra dietética, y grasas no saturadas. Considerándose a esta especie como uno de los componentes estratégicos de la

seguridad alimentaria, del cual se podrían elaborar productos innovadores en la industria alimentaria. (Repo carrasco, 2003).

Cuadro 01. Composición Proximal de Cereales y granos andinos (gr/100 gr Materia Seca)

Especie	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	carbohidratos	Calcio (mg)	Magnesio (mg)
quinua	14.4	6	4	2.9	72.6	85	204
Kañihua	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4	157	210
Kiwicha	14.5	6.4	5	2.6	71.5	-	-
Trigo	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6	-	-
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1	26	57
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8	-	-
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2	39.6	119
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	79.7	-	-

Fuente: Repo Carrasco, 2003

Las proteínas biológicamente incompatibles son aquellas que tienen uno o más aminoácidos esenciales que limitan las síntesis de proteínas tisulares, disminuyendo su utilización. En el cuadro 02 se evalúa el contenido de los aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en las proteínas de los granos andino; en ella se observa que estos aminoácidos son elevados al ser comparados con los cereales (pobres en lisina y treonina) y las leguminosas (pobres en aminoácidos azufrados: metionina+cistina). Esto significa que el computo de aminoácidos (relación entre los mg de aminoácidos en 1g de nitrógeno de la proteína del alimento estudiado y los mg de aminoácidos en 1g de nitrógeno de la proteína de referencia), es bueno realizar mezclas de cereales y leguminosas para mejorar el computo Aminoacidico y la calidad biológica de la proteína de la mezcla (complementación aminoacidica) (Guido, 2005).

Cuadro 02. Contenido de Amino ácidos

Aminoácido	Quinoa	Kañihua	Kiwicha	Arroz	Trigo
Treonina	3.4	3.3	3.3	3.2	2.9
Serina	3.9	3.9	5	4.5	4.6
Prolina	3.4	3.2	3.4	4	10.4
Glicina	5	5.2	7.4	4.1	6.1
Alanina	4.1	4.1	3.6	5.2	3.5
Valina	4.2	4.2	3.8	5.1	4.6
Isoleucina	3.4	3.4	3.2	3.5	4.3
Leucina	6.1	6.1	5.4	7.5	6.1
Tirosina	2.5	2.3	2.7	2.6	3.7
fenilalanina	3.7	3.7	3.7	4.8	4.9
Lisina	5.6	5.3	6	3.2	2.8
Histidina	2.7	2.7	2.4	2.2	2
Argenina	8.1	8.3	8.2	6.3	4.8
Metionina	3.1	3	3.8	3.6	1.3
Cistina	1.7	1.6	2.3	2.5	2.2
Triptófano	1.1	0.9	1.1	1.1	1.2

Fuente: Repo Carrasco, 2003

1.1.5. CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE KÑIWA.

Las extracciones de compuestos hidrófilos y lipófilos en muestras de kañiwa, quinua y kiwicha, con el fin de determinar compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de granos coloreados de kañiwa, quinua y kiwicha, donde la kañiwa variedad Cupi presenta mayor contenido de compuestos lipofílicos (tales como carotenos, luteínas), mayor contenido de compuestos hidrofílicos (tales como compuestos polifenoles, betalainas), seguido por la quinua roja y kiwicha negra. (Encina Zelada, 2005).

1.1.6. PROCESAMIENTO Y USOS

La forma de consumo es de la siguiente manera (Tapia, 2000):

- Consumo humano: mayormente en forma de cañihuahaku o cañihuaco (grano tostado y molido), o harina de cañihua, con el que se preparan panes secos (kispíño), mazamorras, tortas, refrescos, bebidas calientes, entre otros.
- Consumo animal: como forraje en las zonas del altiplano donde existe una agricultura muy limitada, como ingredientes en la dieta de pollos parrilleros.
- Uso industrial: como sucedáneo del trigo en la panificación.
- Algunas otras formas de transformación artesanal de la cañihua, quinua y amaranto (FAO,2000):

1.2. MAIZ MORADO

1.2.1. DESCRIPCION BOTANICA.

Los especímenes típicos del maíz morado se encuentran desde los 1200 a 2580 msnm, tienen granos redondos con pericarpio rojo, morado, estrechamente agrupados para dar la apariencia de un racimo de uvas. Las mazorcas son de tamaño medio, de formas cónicas a ovals con ocho a catorce hileras en espiral. Color rojizo a púrpura en toda la tusa, incluidas las lemas, las glumas y la medula (Yáñez *et al.* 2003). Ver Anexo 01.

1.2.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

(Terranova 1995), menciona la clasificación taxonómica del maíz.

Reino	: Vegetal
División	: Angiosperma
Clase	: Monocotledoneae
Orden	: Cereales
Familia	: Poaceae
Género	: Zea
Nombre científico	: <i>Zea mays L.</i>

1.2.3. ORIGEN

El origen de la planta de maíz continúa siendo un misterio, por más que los estudiosos se estén esforzando por aclararlo desde diferentes puntos de vista. Únicamente se puede asegurar que fue el alimento básico de las culturas americanas muchos siglos antes que los europeos llegaran al Nuevo mundo (FAO, 2000).

El Perú, es el mayor consumidor de los productos obtenidos del maíz negro como por ejemplo la mazamorra morada, la principal materia prima para la elaboración de la misma son los pigmentos morados extruidos. Sus conocimientos vienen desde la época de la colonia, aquí los agricultores de los valles andinos clasificaron este maíz a partir de la raza kulli, este maíz corresponde al género Zea, especie maíz L., grupo amilaceae (Manrique 2000).

La distribución de algunos de los tipos de maíces más cultivados en las provincias de la sierra del Ecuador se debe a los agricultores. De esta manera.

En el norte (Carchi, Imbabura) se consume maíces de tipo amarillo harinoso, en

la parte central (Chimborazo y especialmente Bolívar) se cultivan los maíces denominados Zhina (blanco amorochado) (Yáñez *et al.*, 2003).

1.2.4. COMPOSICION QUIMICA DEL MAIZ MORADO.

La composición química de los granos y marlo o coronta del maíz morado, (Jacho, 2009) se reporta en el cuadro 03.

Cuadro 03: Composición de los Granos y marlo de Maíz negro en Base Seca (%).

Componentes	Granos (%)	Marlo (%)
Carbohidratos	71.30	54.68
Proteína	8.41	1.48
Grasa	6.65	0.99
Fibra	3.35	40.71
Ceniza	1.55	2.14

Fuente: (Jacho, 2009).

1.2.5. PROPIEDADES DEL MAIZ MORADO.

- ❖ Promueve la reducción del colesterol y la baja de presión arterial
- ❖ Estabiliza y protege la capilaridad de las arterias
- ❖ Combatir obesidad y diabetes.
- ❖ El maíz morado, es una herencia saludable para la humanidad; dado que contiene sustancias fenólicas y antocianinas, además de otras fotoquímicas muy importantes para la salud.

1.2.6. COLOR DEL MAIZ MORADO

La coloración morada que presentan las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz nativo, son el resultado del complejo trabajo realizado por muchos genes ubicados en diferentes cromosomas, lo que da como resultado la formación de pigmentos antocianicos de diferente color, los mismos que al combinarse forman el color morado (combinación de pigmentos rojos y azules) (Manrique 2000).

1.2.7. CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE MAIZ MORADO.

El maíz morado es una variedad pigmentada del *Zea mays L.*, cuyos granos y coronta presentan color morado. Investigaciones recientes han revelado la presencia de compuestos tales como: un dímero de cianidina, derivados mono y di-glicosidados de cianidina, pelargonidina, peonidina y otros fenólicos. Las características estructurales de las antocianinas, su relativa estabilidad en medio acuoso según el pH, con la presencia de estructuras tales como el catión flavilium, una base quinoidal, una pseudo base carbinol y una chalcona, determinan una mayor estabilidad frente a cambios de pH, temperatura y exposición a la luz, debido a procesos de copigmentación y asociación intermolecular e intramolecular que se desarrollan en el medio, convirtiendo a estos compuestos en fuentes potenciales de colorantes naturales, sustancias activas de alimentos funcionales, y nutraceuticos. (Pozo *et al*, 2006).

La materia colorante lo componen las antocianinas, de las cuales se han determinado, 3-glucosidos de cianidina, pelargonidina, y peonidina, 3-galactósido de cianidina, libres y acilados. (Aoki *et al* 2002).

1.2.8. USOS Y ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DEL MAIZ MORADO.

De los ecotipos negros se extraen los pigmentos conocidos como antocianinas, las cuales aportan color a las bebidas, dulces, productos de panadería, conservas de pescado, grasas y aceites, mermeladas y jaleas frutas confitadas y en almíbar, jarabes de frutas, sopas y saborizantes, coloración y jugos de frutas (fresa), vinos y vinagres (Chávez, 2000).

El maíz, junto con la papa constituyen las materias primas más importantes para la obtención industrial de almidón, el cual se usa industrialmente como tal y para producir alcohol y edulcorantes alimentarios, ya sea por hidrólisis ácida o enzimática. (FAO, 2006).

La molienda del maíz puede efectuarse en seco o en húmedo. En ambos casos, un primer objetivo es la separación del germen, muy voluminoso en este cereal y rico en aceite. La escarificación del grano de color negro, previo a la molienda, permite obtener almidón de color claro, similar al de las variedades de color blanco o amarillo. Los productos de la molienda son muy diversos, incluyendo germen, salvado (destinado a la elaboración de piensos) y una variedad de sémolas y harinas de distinta granulometría. Como sub producto de la molienda húmeda se obtiene el germen, que se destina a la extracción de aceite comestible y el gluten producto rico en proteína, que se utiliza para la elaboración de piensos (Yufero, 1995).

1.3. OCA NEGRA.

1.3.1. DESCRIPCION.

La oca negra, es una planta anual, herbácea de entre 30 y 80 centímetros de alto, que se cultiva entre los 2 300 y 4 100 metros sobre el nivel del mar, donde el clima es frío, pero con suficiente precipitación (mayor que 600 milímetros) y sin la incidencia de heladas extremas, aunque también en Nueva Zelanda se cultiva a nivel del mar. Se puede encontrar en los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, siendo el límite de altitud con mayor concentración de parcelas y mayor producción, la franja comprendida entre los 3 000 y 3 800 m.s.n.m. (Barrera, V. & Tapia Y. 2004).

1.3.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

(CADIMA, X. *et al.* 2003). Determinan para la "OCA" la siguiente clasificación botánica:

Reino : Vegetal

Clase : Docotyledonea

Subclase: Dicotyledoneae

Orden : Geraniales

Familia : Oxalidaceae (oxalis)

Género : Oxalis

Nombre Vulgar: Oca

1.3.3. ORIGEN.

Oca es un tubérculo andino, originaria de los andes centrales, el origen de la oca podría estar entre el sur del Perú y Bolivia se cultiva en pequeñas

parcelas asociadas a la papa juntamente con la mashua y el olluco por ser parte de la dieta del agricultor y su familia. La oca pertenece a la familia oxalidaceae que incluye ocho géneros. El género oxalis tiene más de 800 especies. La mayor parte se encuentra en sud américa con una gran diversidad de formas y colores. En los altos andes solo el cultivo de la papa es más importante que el de la oca su agradable sabor y diversos colores brillantes resultan interesantes para impulsar su producción a gran escala con fines de exportación. (Barrera y Col, 2004). (Ver Anexo 01).

1.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según los tubérculos, la oca contiene entre 70 a 80% de humedad, 11 a 22% de carbohidratos y cerca de 1% de grasa y fibra y un alto nivel de proteína, más de 9%. Los tubérculos ácidos o "amargos" contienen cantidades de ácido oxálico hasta de 500 ppm. Por otro lado algunos tipos dulces tienen solamente un insignificante indicio (79 ppm.) (Montes, 1997).

Cuadro 04: Composición del contenido nutritivo en 100g.

PARAMETROS	OCA FRESCA	OCA DESHIDRATADO
Humedad %	80.1	15.1
Ceniza %	3.9	7.3
Fibra %	0.8	6.8
Proteína %	1.1	8.6
Almidón %	10.6	23.7
Ácido Ascórbico mg/100g	187.19	71.93
pH.	4.54	6.30

FUENTE: (ESPIN S, *et al.* 2004,)

1.3.5. VARIEDADES DE OCA.

Los agricultores identifican las siguientes variedades: chaucha, blanca, amarilla, rosada, roja, cañareja y leona.

Las ocas blancas y amarillas presentan diferenciaciones entre las chauchas o precoces y las tardías, Las ocas chauchas tienen un ciclo de cultivo hasta de cinco meses y presentan un mayor tamaño que sus pares tardías. Las ocas chauchas blancas con formas redondeadas se conocen también como “ocas leonas” Entre las ocas amarillas se presenta una clase especial que es llamada “cañareja” cuyos tubérculos son bastante gruesos y se considera las más rendidora. Las ocas rojas tienen una tonalidad marcada, al contrario de las variedades combinadas que presentan o bien ojos de color blanco en la carne roja, o manchitas de color rosado sobre la carne blanca o amarilla. (Barrera, V.; C. Tapia & A. Monteros. 2004).

1.3.6. PROCESAMIENTO Y USOS

Los tubérculos andinos no requieren de ningún procesamiento previo para su utilización, salvo la oca que se debe ser asoleada, para que los almidones se transformen en azúcares, sean más dulces y tengan mejor sabor. Se acostumbra guardar papas, ocas y mashuas en el soberado se acomoda una especie de camita de paja sobre la que se disponen los tubérculos, preferentemente endulzados. La oca podría durar hasta un año de este modo. Los productos así guardados se ponen chuños (arrugados), pero al ponerlos en agua vuelven a tener su consistencia normal. La oca, tiene amplias posibilidades de transformación en harinas, obtención de oxalatos, mermeladas, pudiéndose

conservar por mucho tiempo mediante la deshidratación y secado al sol, el cual se denomina Kcaya que es de color oscuro y en caso de deshidratación, lavado y secado a la sombra Umakcaya, adquiriendo un color blanco y claro. (García, M.C. 2001.)

1.4. PROCESO DE COCCIÓN – EXTRUSIÓN DE LOS ALIMENTOS.

La palabra extrusión proviene del latín “extrudere” que significa forzar un material a través de un orificio. (Apro, 2001). La extrusión puede definirse como un proceso que involucra el transporte de un material, bajo ciertas condiciones controladas, forzándolo a pasar por una boquilla geométrica y con un caudal masivo pre-establecido, durante este transporte se produce la cocción parcial o total de los componentes de la mezcla (González, *et al.*, 2002).

La extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distintas forma, textura, y color de bouquet; la extrusión con cocción es un tratamiento térmico a elevadas temperaturas durante corto tiempo que reduce la contaminación microbiana e inactiva los enzimas, sin embargo, tanto los alimentos extruidos en caliente como frio, se conservan principalmente, por su baja actividad de agua (*Fellows, 1994*). A su vez la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de maillard (*Bjorck y Asp, 1983*).

Durante el proceso de extrusión, el alimento se somete a alta temperatura, elevada compresión e intenso esfuerzo cortante (cizallamiento) las cuales producen los siguientes fenómenos:

- **Modificación de las características físicas, químicas y fisicoquímicas de las macromoléculas, ocurren fenómenos como la gelatinización y dextrinización del almidón, la desnaturalización y/o texturización de las proteínas y la desnaturalización de parte de las vitaminas presentes (Kokini et al., 1992).**
- **Fusión y plastificación del material alimenticio, aquí las partículas del alimento cambian de granular a un estado de masa plástica, viscosa y uniforme (Harper, 1981).**
- **Tendencia a la orientación de las moléculas en la dirección del flujo de masa, ocurre la formación de enlaces cruzados intermoleculares de gran importancia en la reacción de una estructura expandible y con una estabilidad posterior a la extrusión (Harper y Jansen, 1988).**
- **Expansión del material alimenticio, ocurre cuando la presión interna del sistema es suficientemente alta y cambia bruscamente hasta alcanzar la presión atmosférica al salir del molde o dado del extrusor (Linko, 1981).**

1.4.1. VENTAJAS DE LA COCCIÓN – EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS.

Presenta una lista de ventajas de los modernos extrusores que hacen que se difundan en la industria de alimentos (Harper, 1981):

- **Alta productividad:** Un extrusor provee un sistema de procesamiento continuo de capacidad de producción mayor que otras formas de sistema.

- **Bajo costo:** Los requerimientos de trabajo y espacio por unidad de producción son más pequeñas que otros sistemas de cocinas.
- **Productos de alta calidad:** El proceso de calentamiento HTST (Alta Temperatura y Tiempo Corto) minimiza la degradación de los nutrientes de los alimentos, mientras mejora la digestibilidad por gelatinización del almidón y aminora la desnaturalización de la proteína. El tratamiento de altas temperaturas y corto tiempo destruye factores indeseables en los alimentos. Algunos factores desnaturalizables térmicamente son compuestos anti nutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemaglutinas, gossipol y enzimas indeseables tales como las lipasas o lipooxigenasas y microorganismos.
- ❖ **Producción de nuevos alimentos:** La extrusión puede modificar proteínas vegetales y otros materiales alimenticios para producir nuevos productos alimenticios.
- ❖ **No genera efluentes:** La cadena de efluentes del proceso es una ventaja importante, debido al severo control de las plantas procesadoras de alimentos para prevenir riesgos de polución ambiental.

1.4.2. DESVENTAJAS DE LA COCCIÓN – EXTRUSIÓN.

El proceso de la cocción - extrusión también presenta ciertas desventajas según *Harper (1981)*, entre las que tenemos:

- ❖ Los extrusores procesan solamente harinas o materiales granulados.
- ❖ En mezclas que contienen proteínas en un buen porcentaje, requieren ser cocidos en el menor de los rangos disponibles de temperatura de extrusión

1.4.3. EFECTOS DE COCCIÓN – EXTRUSIÓN SOBRE LA COMPOSICION DE MACRONUTRIENTES.

Al igual que otros procesos para el tratamiento térmico de alimentos, la cocción-extrusión tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales sobre el valor nutricional (Bjorck y Asp, 1983): 20.

Sobre las Proteínas el tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias anti fisiológicos: sin embargo la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de Maillard (Bjorck y Asp, 1983).

La Inactivación de inhibidores de proteasa manifiestan que la inactivación de los inhibidores de tripsina se incrementa con la temperatura de extrusión y el contenido de humedad, y a temperatura constante, aumenta con el tiempo de residencia y la humedad (a 135°C, 20% de humedad y un tiempo de residencia de dos minutos, se puede inactivar un 89% de inhibidor de tripsina) (Bjorck y Asp, 1983).

La reacción de Maillard se favorece con el aumento de temperatura y reducción de contenido de agua ($a_w = 0,3$ a $0,7$), siendo las pentosas y la lisina los compuestos más reactivos. La reacción de Maillard causa la disminución de la digestibilidad de las proteínas, a la vez que reduce la disponibilidad de aminoácidos (Bjorck y Asp, 1983).

En los carbohidratos la cocción - extrusión destruye la estructura organizada y cristalina del almidón, ya sea parcial o totalmente, dependiendo de la proporción

relativa de amilasa, amilopectina y de las variables de extrusión e imparte a los productos de almidón propiedades funcionales específicas (Linko, 1981).

El valor nutricional de los lípidos durante el procesamiento puede ser afectado a través de diferentes mecanismos tales como la oxidación, la isomerización cis - trans o hidrogenación: La cocción - extrusión reduce el contenido de monoglicéridos y ácidos grasos libres por formación de complejos con la amilasa haciéndolos menos utilizables (Bjorck y Asp, 1983).

Las pérdidas de vitaminas en los alimentos extruidos dependen del tipo de alimento, de su contenido en agua, del tiempo y la temperatura de tratamiento, sin embargo; las condiciones HTST (Alta Temperatura y Tiempo Corto) de la extrusión en caliente y el enfriamiento rápido del producto a la salida de la boquilla, hacen que las pérdidas vitamínicas y en aminoácidos esenciales sean relativamente pequeñas (Linko, 1981).

1.4.4. TIPOS DE EXTRUSION

Históricamente se registran los primeros extrusores para alimentos alrededor de 1870 (extrusor a pistón para salchichas y carnes procesadas), pero los extrusores a tornillos comienzan a ser utilizados por la industria alimentaria para elaborar fideos y dar formas a masas de cereales precocidas, entre 1935-1940 (extrusores formadores), luego los extrusores-cocedores aparecen entre 1940-1950 para elaborar "snaks" y harinas precocidas. (González, et al, 2002).

En algunos diseños los tres mecanismos pueden operar simultáneamente, cuando no se desean transformaciones profundas, es decir grados de cocción moderados, (moderada destrucción de la estructura granular) el tercer

mecanismo debe mantenerse en bajos niveles (low shear cooking) mientras que cuando se desean transformaciones profundas, es decir, altos grados de cocción, el tercer mecanismo es el que controla el proceso (high shear cooking). (González, 1988).

Los extrusores monotornillos funcionan como una "bomba de fricción"; es decir el material es transportado por el efecto de "arrastre". El material alojado dentro del canal del tornillo es "empujado" hacia la salida por el frente de los filetes. Ese transporte se produce solamente si la fricción del material/harina o sémola sobre la superficie interna del cañón o cilindro, es suficientemente mayor que la fricción del material sobre la superficie del tornillo.

El mecanismo de transporte de los extrusores de doble tornillo es muy diferente. Estos son verdaderas "bombas positivas". Los filetes de ambos tornillos "solapan" o penetran cada uno dentro del canal del otro. De esta manera el "paso" de cada tornillo es interrumpido por el filete del otro formándose en cada tornillo una sucesión de "cámaras" con forma de "C" con los extremos desplazados, el caudal resultante es el producto del volumen total de cámaras "C" por la velocidad de rotación. Los extrusores de doble tornillo ofrecen ventajas, tales como un mejor control de la operación y una mayor diversidad de productos. Pero los extrusores monotornillos ofrecen todavía buenas alternativas para la cocción de cereales, debido a los menores costos operativos, de inversión y de mantenimiento.(González, 1988).

1.5. MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA.

Para elevar la calidad de una proteína se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales; pero este se mejora efectuando mezclas de cereales y leguminosas (FAO, 1994).

Los granos andinos se prestan ventajosamente para realizar mezclas con leguminosas o cereales. Se recomienda una proporción de 1 parte de leguminosa y 2 partes de granos, cereales o tubérculos. FAO, (1992).

1.5.1. PRINCIPIOS DE UNA MEZCLA ALIMENTARIA

El planteamiento del cómputo químico de aminoácidos y la digestibilidad de la proteína, son factores relacionados con la calidad de la dieta que debe ser tomada en cuenta al asignar una determinada cantidad de proteína a la población. El cómputo de aminoácidos y una digestibilidad menor de 100% significara que se debe dar un mayor mezclado de los componentes según su contenido de aminoácidos esenciales y en base al patrón de referencia. (FAO 1985).

1.5.2. RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA.

La calidad de las proteínas de los alimentos depende de su contenido de aminoácidos esenciales. La FAO ha planteado que la proteína de un alimento es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína

posee uno o más aminoácidos limitantes. La relación del aminoácido limitante que se encuentra en menor proporción con respecto al mismo aminoácido en la proteína de referencia para cada grupo de edad se denomina score químico (SQ) (Olivares, 1994).

$$\text{SQ} = \frac{\text{mg de aa en 1g de N de la proteína del alimento estudiado}}{\text{mg de aa en 1g de N de la proteína de referencia}} \times 100$$

Dónde:

SQ: Score químico

aa: Aminoácido

N: Nitrógeno

1.6. COMPUESTOS BIOACTIVOS.

Los nutrientes que proporcionan los alimentos son de dos tipos: macronutrientes, que se requieren en mayor proporción (proteínas, carbohidratos y lípidos), y micronutrientes, que aunque se necesitan en menor cantidad, son fundamentales para el organismo por intervenir en funciones vitales (vitaminas, minerales, ácidos grasos y aminoácidos esenciales). No obstante, la funcionalidad de un alimento está generalmente relacionada con alguno de los componentes no nutrientes que contiene; los compuestos bioactivos (también llamados fitoquímicos cuando se trata de compuestos de origen vegetal), cuya presencia y concentración va a estar en función de diversos factores (climatológicos, agronómicos, tecnológicos o culinarios; entre otros). (Camara, H., 2003).

Figura. 01: Compuestos Bioactivos de Los Alimentos.



Fuente: (Camara, H., 2003).

1.6.1. COMPUESTOS FENOLICOS

Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de sustancias con diferentes estructuras químicas y actividad. Son constituyentes importantes de las plantas y que a su vez les otorga múltiples efectos benéficos. Están presentes generalmente en forma de glucósidos en las frutas, hierbas, vegetales, cereales y otros materiales. Lo que ha permitido su utilización por la industria alimentaria no solo por las características organolépticas que le confieren a los

alimentos sino porque retardan la oxidación de los lípidos y mejoran la calidad nutricional de los alimentos. (Muñoz A. Ramos F., 2007):

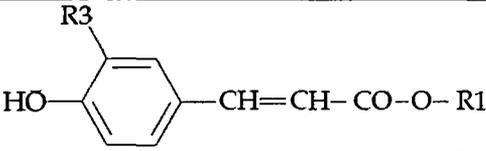
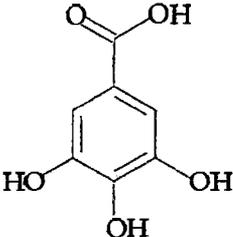
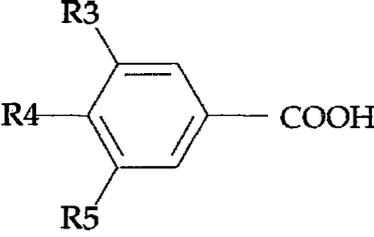
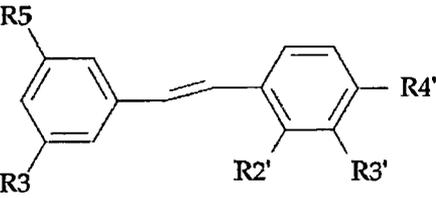
Los compuestos fenólicos o polifenoles constituyen un grupo considerable de compuestos que pueden definirse, de una forma concisa y desde el punto de vista químico como compuestos orgánicos presentes en la naturaleza que poseen, al menos, un anillo aromático, con uno o más grupos hidroxilo unidos a el (esos grupos funcionales pueden ser sustituidos por ésteres, metil-éster, glicosidos, etc...), aunque una definición más precisa se basa en su origen metabólico como aquellas sustancias derivadas del metabolismo de la ruta del shikimico y de los fenil propanoides (D. Ryan , K. Robards, 1998)

1.6.1.1. CLASIFICACION DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.

1.6.1.1.1. NO FLAVONOIDES.

Los no flavonoides se subdividen en compuestos como los ácidos fenólicos, estilbenos y taninos hidrosolubles, los ácidos fenólicos distinguen dos familias distintas, la serie benzoica y la serie cinámica que se pueden encontrar en forma libre o esterificada con azúcares. La actividad antioxidante de los ácidos fenólicos se debe también a los hidrógenos fenólicos, la posición de los grupos hidroxilo y el grado de hidroxilación determina en gran medida la actividad antioxidante, la presencia de un segundo grupo hidroxilo aumenta la capacidad antioxidante (García, 2005):

Cuadro 05. Clasificación de Polifenoles no flavonoides

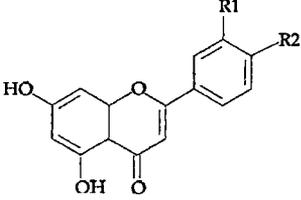
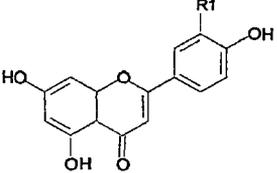
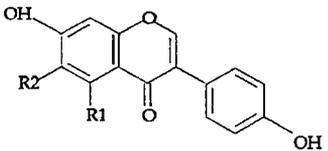
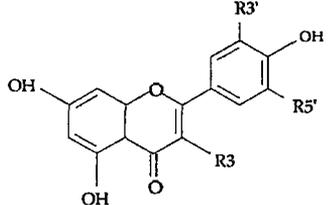
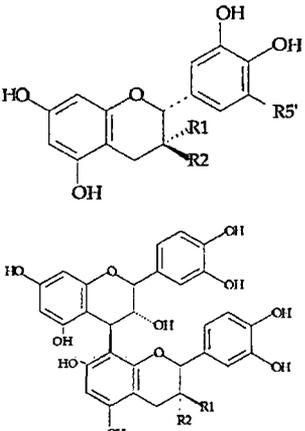
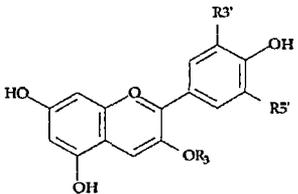
Tipos	Estructura química	subtipos
Ácidos Hidroxicinámicos		Ácido Cafeoil Tartárico Ácido Feruloil Tartárico
Taninos Hidrolizables		Galotanino Elagitaninos Epigalotanino
Ácidos Hidroxi benzoicos		Ácido Gálico Ácido Vanílico Ácido siríngico
Estilbenos		Resveratrol Piceido Piceatanol δ-viniferina α-viniferina ε-viniferina

(Martínez-Flórez y col., 2002).

1.6.1.1.2. FLAVONOIDES.

Se han descrito más de 4000 flavonoides (C6 - C3 - C6) diferentes que se clasifican en varias familias según cambios en su estructura básica. Los flavonoides es el grupo más ampliamente distribuidos (flavonas, flavonoles, isoflavonas, flavanonas, antocianinas y flavonoles) estos son constituyentes naturales de los alimentos vegetales y proporcionan, en gran medida, el flavor, color y textura de estos alimentos. Los flavonoides más abundantes en los vegetales son los flavonoles y las flavonas (Pokorny et al., 2005):

Cuadro 06 Clasificación de Polifenoles flavonoides.

Tipos	Estructura química	Subtipos
Flavanonas		Naringenina Hesperetina Pinocembrina
Flavonas		Apigenina Luteolina
Isoflavonas		Daidzeína Genisteína
Flavonoles		Kaempferol Quercetina Miricetina
Flavanoles <i>Flavan-3-oles</i> <i>Proantocianidinas</i>		Catequina Epicatequina Galocatequina Catequina- Epicatequina Epicatequina- Catequina
Antocianos		Cianidina Delfinidina Malvidina

(Martínez-Flórez y col., 2002).

1.6.1.1.3. ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.

Los antiradicalarios pueden clasificarse en naturales o sintéticos estando algunos de estos últimos en desuso debido a los estudio que les atribuyen efectos cancerígenos, este hecho ha despertado un creciente interés en el estudio de los antioxidantes naturales entre los que se encuentran distinto de compuestos polifenólicos. La capacidad antioxidante descrita por distintos polifenóles se puede considerar como la actividad biológica responsable del efecto preventivo que se les atribuye sobre determinadas enfermedades (Martínez et al., 2000).

Los polifenóles son un grupo de compuestos presentes en la naturaleza y por ende, en la dieta, su estructura química los hace ser potentes antioxidantes, que se basa en su capacidad secuestradora de radicales libres, quelación de metales e inhibir oxidadasas (Leighton y Urquiaga, 1998). Su estructura química es la ideal para reaccionar con los radicales libres y formar un radical intermedio más estable y menos reactivo (Ugartondo, 2009).

1.6.1.2. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS POLIFENOLICOS.

Dentro de los métodos para la cuantificación y/o identificación de compuestos polifenólicos se encuentran las técnicas espectrofotométricas, ensayos ultravioleta y cromatografías (Martínez et al., 2007):

a) Técnicas espectrofotométricas.

Para determinar polifenóles en alimentos destacan el ensayo de Folin - Giocalteu para la cuantificación de polifenóles totales, esta técnica llegó a

ser la más utilizada para determinar de manera cuantitativa a los polifenóles. Este método consiste básicamente en generar cierto color a través de la adición del reactivo de Folin - Ciocalteu en un medio alcalino a una determinada muestra.

b) Ensayos ultravioleta.

Se han realizado numerosos estudios para determinar y/o desarrollar técnicas rápidas de cuantificación de compuestos fenólicos mediante ensayos ultravioletas; cada grupo de compuestos fenólicos se caracterizan por tener uno o más absorbancias máximas a distintas longitudes de onda dentro del espectro ultravioleta. Una de las técnicas más empleadas dentro de este grupo es la determinación del ácido cloro génico, el cual se cuantifica después de su extracción con etanol y posterior lectura de la absorbancia máxima a una longitud de onda de 325 - 328 nm.

c) Técnicas cromatografías.

Las técnicas cromatografías han permitido la separación, aislamiento, purificación e identificación de compuestos fenólicos así como el estudio de la interacción de los polifenoles y otros componentes de los alimentos. Hoy en día las técnicas de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) son las más empleadas para la separación y cuantificación de compuestos fenólicos. Existen distintos soportes y fases móviles que permiten el análisis de antocianinas, procianidinas, flavonas y ácidos fenólicos. Mediante del empleo HPLC, se puede determinar un gran número de polifenóles de interés nutricional como fenoles simples; ácidos fenólicos y sus derivados; los distintos flavonoides; sin embargo esta técnica requiere la utilización de

métodos de extracción adecuados a cada uno de los compuestos a analizar:

1.6.2. ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS.

Los antioxidantes son componentes protectores que consisten en un arreglo enzimático y nutrientes esenciales (como vitaminas, pigmentos) cuya función principal es prevenir la formación de radicales libres e interceptar los que ya se han generado (Shi, 2001).

1.6.2.1. IMPORTANCIA DE LOS ANTIOXIDANTES.

Los antioxidantes son compuestos que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas de las reacciones en la cadena (Velioglu et al., 1998). El antioxidante dona los átomos del hidrogeno a los radicales libres, así inhiben la propagación de la reacción en cadena (Shahidi y Janitha, 1992):

1.6.2.2. ANTIOXIDANTES NATURALES.

Existen antioxidantes naturales contenidos en los alimentos y también sintéticos, elaborados por la industria y adicionados a los alimentos. En particular, los antioxidantes naturales que pueden ser hidrosolubles y liposolubles; pueden funcionar como compuestos reductores; interrumpen la cadena de formación de radicales libres, inhiben o impiden la formación de oxígenos libres e inactivan los metales pro-oxidativos. Los radicales libres se forman en el organismo mediante la respiración aeróbica y existen en diferentes

formas como: anión superóxido, hidroxilos, peróxidos, y alcóxilos. Son dañinos ya que pueden reaccionar con componentes celulares importantes como el ADN o las membranas. (Shi, 2001).

1.6.2.3. EFECTO SINÉRGICO DE LOS ANTIOXIDANTES.

La mayoría de los antioxidantes utilizados en la actualidad, son compuestos fenólicos, es conocido que la combinación de varios antioxidantes resulta más efectiva, ya que refuerzan la acción de preservación, a esta acción se le denomina "efecto sinergista". Bajo esta denominación se comprende sustancias que refuerzan la acción de los antioxidantes (Belitz y Grosh, 1998).

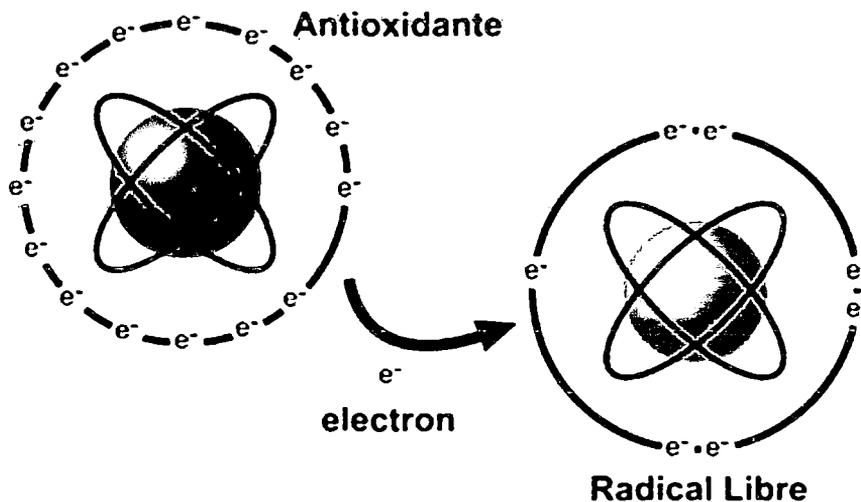
1.6.2.4. RADICALES LIBRES.

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre, por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que este a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos (Avello y Suwalsky, 2006):

Cuando el aumento del contenido intracelular sobrepasa las defensas antioxidantes de la célula se procede el estrés oxidativo, a través del cual se

induce daño a moléculas biológicas como lípidos, glucósidos, proteínas y ácidos nucleicos. El estrés oxidativo se presenta en diversos estados patológicos en los cuales se altera la funcionalidad celular, contribuyendo o retroalimentado el desarrollo de enfermedades degenerativas como la aterosclerosis cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer (Avello y Suwalsky, 2006).

Transformación de radicales libres.



Fuente: (Avello y Suwalsky, 2006).

1.6.3. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

a. FRAP (Poder reductor férrico/antioxidante).

El análisis se basa en el poder reductor de un antioxidante que reduce el ion férrico (Fe^{+3}) al ion ferroso (Fe^{+2}). De este modo se genera una coloración de intensidad proporcional a la actividad reductora de la muestra; la capacidad para reducir el hierro se considera un índice del poder

antioxidante de la muestra. El ensayo FRAP es sencillo y fácilmente automatizable. Es rápido, generalmente la reacción se completa entre 4 y 8 minutos (Prior *et al.*, 2005).

b. ORAC (capacidad de absorbancia del radical oxígeno).

Consiste en la cuantificación de la capacidad antioxidante mediante la inhibición del ataque radicalario a la fluorescencia por parte del radical (AAPH) 2,2-azobis-2-methyl-propanimidante, dihydrachloride. (Arrete, 2007).

c. ABTS (ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)).

Este método es muy usado para materiales biológicos, compuestos puros o extractos de plantas de naturaleza hidrofílica y lipofílica para poder llevar a cabo el método ABTS se tiene que formar el radical catión ABTS., generando en medio de una reacción que puede ser química (dióxido de magnesio, persulfato de potasio) o enzimática (peroxidasa mioglobulina), el radical catión ABTS. Posee una coloración verde – azulada (Kuskoskil *et al.*, 2005).

d. DMPD (diclorhidrato de N, N-dimetil – p – fenilendiamina).

Este método se basa en la reacción del radical catión DMPD por los antioxidantes de la muestra. La generación de este radical requiere un pH adecuado (5.25) y la adición de una solución de cloruro férrico. La absorbancia del radical se determina a 505 nm y los compuestos antioxidantes una vez adicionados, son capaces de transferir un átomo de H⁺, provocando su de coloración, se disuelve en medio acuoso (Arrete, 2007).

1.7. VIDA UTIL

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, 2000).

Este período depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones (Brody, 2003).

La VU se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar las predicciones de VU mediante utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana), pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil) y pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad) en donde el deterioro es acelerado y posteriormente estos valores son utilizados para realizar predicciones bajo condiciones menos severas (Charm, 2007).

Para predecir la VU de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica, (Brody, 2003), por ejemplo, en algunos casos esta variable puede ser la rancidez, cambios en el

color, sabor o textura, pérdida de vitamina C o inclusive la aparición de poblaciones inaceptables de microorganismos.

1.7.1. VIDA EN ANAQUEL.

La vida en anaquel puede ser definida generalmente como el período de tiempo seguido a la cosecha, producción o manufactura, sobre el cual el alimento mantiene la calidad requerida. También se indica que dicho nivel comestible aceptable desde el punto de vista de seguridad y organoléptica depende de cuatro principales factores, nombrando formulación, procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. (Tung *et al.*, 2001).

1.7.2. ESTUDIO ACELERADO DE VIDA UTIL.

Los métodos acelerados de estimación de la vida útil de alimentos se basan en la aplicación de los principios de la cinética química sobre el efecto que las condiciones ambientales como temperatura, presión, humedad, gases de la atmosfera y luz, tiene sobre la velocidad de la reacción. (Robertsob, 1993).

Los métodos acelerados para la determinación de la durabilidad son útiles para reducir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se está determinando la vida útil de productos no perecederos. Se basan en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las cuales se denominan condiciones de abuso, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno o contenidos de humedades altos. (Giraldo G, 1999).

1.7.2.1. ECUACIÓN DE ARRHENIUS.

La variable que más afecta la velocidad de las reacciones de deterioro es la temperatura, los métodos que aceleran el deterioro por efecto de esta se basan en el cumplimiento de la ley de Arrhenius. Uno de los parámetros de estas ecuaciones es la constante de velocidad de reacción (k) que se ve afectada por la temperatura. En la gran mayoría de las reacciones de pérdida de calidad, el valor de k varía en función de la temperatura según la ecuación de Arrhenius:

$$k = k_{ref} * e^{-\frac{E_A}{R} * \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right]}$$

Dónde:

K = constante de velocidad de reacción a la temperatura T,

K_{ref} = constante de velocidad de referencia a la temperatura de referencia,

E_A = energía de activación en cal/mol;

R = constante general de los gases ideales en cal/(mol°k) igual a 1,98,

T = temperatura en °k

T_{ref} = temperatura de referencia en °k

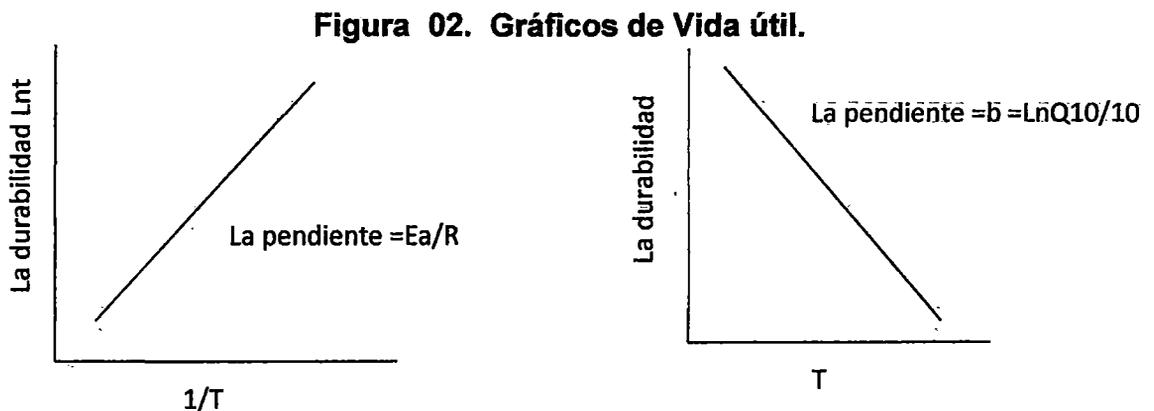
1.7.3. GRAFICOS DE VIDA UTIL.

Una forma útil de cuantificar el efecto de la temperatura sobre la calidad de un alimento es a través de los gráficos de vida útil, estos consisten en graficar el logaritmo natural del tiempo de vida útil contra la temperatura o su inverso. De estos gráficos se pueden obtener parámetros importantes como son la energía

de activación, EA, y el parámetro Q10, el cual se define como la razón entre la vida útil a una temperatura T y la vida útil a otra temperatura T+10; así:

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida útil a Temperatura (T)}}{\text{Vida útil a Temperatura (T + 10)}}$$

La forma de los gráficos de vida útil y la relación que existe entre sus pendientes y los parámetros arriba mencionados se muestra en la figura 02. (Robertsob, 1993).



1.7.4. METODOS DE ESTIMACION DE VIDA UTIL

La estimación de la vida útil de los alimentos puede hacerse por métodos estadísticos o por modelos matemáticos.

Cuando se utilizan técnicas probabilísticas, se supone que los tiempos de vida de las unidades experimentales se distribuyen de acuerdo a una ley de probabilidad. Se requiere fundamentalmente conocer la distribución estadística de las observaciones. Una vez que se ha determinado ésta, se estiman los parámetros de dicha distribución, con los que puede inferirse estadísticamente sobre el tiempo de durabilidad. (Gacula, 1975).

Cuando se utilizan modelos matemáticos; estos pueden ser de carácter cinético, en los cuales se determina experimentalmente la cinética de la reacción, relacionando magnitudes fisicoquímicas con el tiempo y con ello se estima la vida media del producto; o analizando la interacción entre el medio ambiente de almacenamiento; el empaque y el producto por medio de balances de materia para algún elemento transportado desde ambiente hasta el interior del empaque. (Rahaman, 1995).

1.7.5. CAMBIOS OCURRIDOS DURANTE LA VIDA UTIL

El deterioro se refiere a procesos químicos o microbiológicos que hacen de un producto no saludable o aún tóxico (Kuntz, 1991).

El crecimiento microbiano requiere de un mínimo de actividad de agua (A_w), el cual en adición a un óptimo pH, temperatura y otros factores, influyen el crecimiento de microorganismos. Para el caso de levaduras el valor mínimo de A_w es de 0.62, siendo probablemente 0.86 el valor más importante que define la inocuidad del alimento ya que permite el crecimiento de *Staphylococcus aureus* (Roos, 2001).

Mientras que el deterioro químico y físico limita la vida de anaquel en productos de panadería de baja e intermedia humedad, el deterioro microbiológico es la principal preocupación en productos con alta A_w . (Smith *et al.*, 2004).

Existe una dependencia en los cambios de A_w debido a cambios de temperatura. Esto sugiere que si incrementa la temperatura de almacenaje en un alimento con un contenido de humedad constante, en un empaque sellado, la A_w también incrementará. (Roos, 2001)

Por otra parte, la oxidación de los componentes lípidos de un alimento, conocida como rancidez oxidativa, es una de las reacciones que deteriora y afecta en forma más importante la calidad de un producto. La rancidez oxidativa es iniciada por radicales libre del oxígeno o por el ataque del oxígeno molecular a radicales libres pre-formados en los ácidos grasos poliinsaturados que forman las grasas y aceites. (Valenzuela, 1996).

1.7.6. VIDA UTIL DEPENDIENTE DEL EMPAQUE Y DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Además de la temperatura, hay otros factores que influyen en la vida de anaquel de los alimentos, como la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, la actividad del agua, el contenido de humedad del producto y las características del empaque que influyen en el transporte de sustancias desde o hacia el interior del alimento que a su vez pueden afectar la calidad del alimento. (Man, 1994).

1.7.7. VIDA UTIL DE LOS ALIMENTOS EMPACADOS.

La vida en anaquel de los alimentos empacados las regulan las propiedades de los alimentos, así como las propiedades de barrera del envase al oxígeno, la luz, la humedad y el bióxido de carbono. Para determinar la conducta de los productos, a estos se los debería almacenar en condiciones conocidas por un periodo de tiempo para de esta manera poder medir sus propiedades. La pérdida o ganancia de humedad es uno de los factores más importantes que controla la vida en anaquel de los alimentos. (Álvarez, 2006).

Los cambios en el contenido de humedad dependen de la velocidad de transmisión de vapor del agua del envase. Para controlar el contenido de humedad del alimento dentro de un envase, deben seleccionarse la permeabilidad al vapor del agua del material de empaque, el área superficial y el espesor de este; considerando el almacenamiento que se requiere o la vida en anaquel. (Urgilés, 2006).

1.8. CONSIDERACIONES DEL EMPAQUE.

El empaque juega un papel importante manteniendo la calidad y vida en anaquel en el caso de alimentos empacados, sirviendo como parte integral del sistema de preservación empleado (Tung *et al.*, 2001).

1.8.1. ENVASE.

El envase el material que está en contacto directo con el contenido y cumple las funciones primordiales de contener, proteger, proporcionar, comunicar y dar comodidad. (Alcázar, J., 2002).

Los envases y los sistemas de envasado se diseñan para mantener la calidad inicial y/o natural del producto a través del flujo comercial que concluye en el consumo por parte del cliente. Este periodo de tiempo se denomina tiempo de vida útil. (Price, J. y Schweigert, B.1994).

Los empaques en los alimentos tienen como principal función evitar contaminaciones microbianas, tanto de patógenos como de microorganismos de alteración. Los empaques se presentan en diferentes materiales, los cuales

pueden ser permeables o impermeables a los gases, oxígeno, anhídrido carbónico, vapor de agua u otros gases. Según la resolución No. 0485 DE 2005 un envase es: “Recipiente que contiene alimentos para su entrega como un producto único, que los cubre total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas. Un envase puede contener varias unidades o tipos de alimentos pre envasados cuando se ofrece al consumidor.

En las diferentes reglamentaciones técnicas sobre el área de empaque para alimentos se define el término “Migración” como la transferencia de componentes del empaque al alimento. La velocidad de migración de las sustancias químicas a través del empaque o envase para llegar al alimento, depende de la temperatura y del tiempo de exposición:

$$M = K C_o + \sqrt{t} \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$$

Donde C_o es la concentración inicial del migrante, t el tiempo de contacto del sistema empaque/alimento, T la temperatura del sistema empaque/alimento, E_A la energía de activación del migrante y K el factor constante para cada sistema polímero/migrante/alimento. (Price, J. y Schweigert, B.1994).

1.8.2. PLÁSTICO.

El plástico es un material que por sus múltiples ventajas juega un papel importante en la industria de los empaques, su bajo consumo de energía frente al vidrio, lo hace más atractivo al consumidor, quien cada día se preocupa más por el ambiente. (R. Coles, & J. Kirwan. 2004).

1.8.2.1. TIPOS DE PLÁSTICO

Cuadro 07: Tipos de Plásticos usados empaques de Alimentos

Polietileno de Alta Densidad PEAD	El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano). Es muy versátil y se transforman por Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo.
Cloruro de Polivinilo PVC	Se produce a partir de dos materias primas naturales: gas 43% y sal común 57%. Para su proceso es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, para obtener productos de variadas propiedades con un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado).
Polipropileno PP	El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y baja densidad. Al adicionarle distintos compuestos (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), mejoran sus propiedades. Es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termoformado)
Poliestireno PS	PS Cristal: Es un polímero de estireno monómero, cristalino y de alto brillo. PS Alto Impacto: Es un polímero de estireno monómero con inclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de: Inyección, Extrusión/Termoformado, Soplado. ¹²

Fuente: R. Coles, *et. al.* 2004.

1.8.2.2. VENTAJAS.

Los plásticos son utilizados en alimentos por las ventajas que presenta, a continuación se describirán algunas de ellas. (R. Coles, M. J. Kirwan. 2004).

- Los plásticos son resistentes a muchos tipos de compuestos.

- Son de un peso relativamente ligero.
- No se rompen con facilidad, soportan grandes esfuerzos sin fracturarse.
- Al romperse, no producen astillas
- Protegen bien los alimentos
- No interactúan con el producto
- Se pueden conseguir una gran variedad de envases en cuanto a forma, tamaño, estructura, diseño, etc., ofreciendo una presentación atractiva de los alimentos.

1.8.2.3. DESVENTAJAS.

Pueden absorber algunos componentes de los alimentos, como aceites y grasas.

Algunos gases tales como el oxígeno, el anhídrido carbónico y el nitrógeno, junto con el vapor de agua y disolventes orgánicos pueden pasar a través de los plásticos. (R. Coles, et. al. 2004).

1.8.2.4. POLIETILENO DE ALUMINIO LAMINADO.

Es un polietileno de baja densidad donde el polímero es fundido termoformado para dar forma a laminas mediante la aplicación del calor y presión calandrado con película de aluminio finalmente es enfriado que presenta una capa de 71.05 micrones iluminado de color amarillo. Este envase cumple con la especificación referencial. (NTP 399.096(1984). Envases flexibles. Determinación del espesor de películas. Mínimo 70 micrones). (SAT, 2012).

1.8.2.5. POLIETILENO OPACO COEXTRUIDO BILAMINADO

Polietileno de baja densidad polímero extruido y fundido dando forma a una masa homogénea y uniforme termoformado que se aplica para dar forma a laminas mediante la aplicación del calor y presión para luego darle doble calandrado finalmente es enfriado en forma de lámina de 74.39 micrones con una apariencia de polietileno de color blanco la cual cumple con la especificación referencial. (NTP 399.096(1984). Envases flexibles. Determinación del espesor de películas. Mínimo 70 micrones). (SAT, 2012).

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El trabajo de investigación fue llevado a cabo en las instalaciones del laboratorio de Análisis de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Ubicado en el ámbito de la Región del Cusco, Provincia de Canchis, Distrito de Sicuani. Su posición geográfica está comprendida a partir de las coordenadas 14°30' y 14°56' de latitud Sur y 71°24' y 71°39' de longitud Oeste. En el ámbito del territorio existe una altitud promedio de 3,548 m. s. n. m.

- El proceso de cocción – extrusión de la mezcla se efectuó en la Planta de Industrias de procesamiento Tairo INPROT E.I.R.L.” ubicado en la Ciudad de Sicuani.

- El almacenamiento del alimento instantáneo se realizó en el Laboratorio de Análisis de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- La evaluación de estabilidad de compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y actividad antioxidante), se realizó en el laboratorio de Fito química de la Carrera Profesional de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- La determinación del índice de acidez e índice de peróxidos se determinaron en el laboratorio QUIMICA - LAB CUSCO.
Los análisis fisicoquímicos se ejecutaron en el laboratorio de QUIMICA - LAB CUSCO, A cargo de Ing. Responsable, Mario Cumpa Cayuri.
- Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio MICROLAB-CUSCO.

2.2. MATERIALES.

2.2.1. MATERIA PRIMA E INSUMOS.

- Cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) de la variedad Cupi, adquirida del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)- Puno, Centro Experimental Salcedo.
- Maíz morado (*Zea mays L.*), que fueron proporcionados por el instituto de Investigación Agraria INIA - Cusco.
- Oca negro (*Oxalis tuberosa*), ecotipo morado variedad Yana Oqa (quilli oca), adquirida del instituto nacional de investigación agraria INIA- puno.

- Leche en polvo procedente de la distribuidora de ALICORP S.A Arequipa.
- Aceite vegetal procedente de la distribuidora de ALICORP S.A Arequipa. (anexo 02)
- Azúcar industrial procedente de la distribuidora de ALICORP S.A Arequipa (anexo 02).
- Saborizante vainilla y Lecitina de soya fueron adquiridos de la Empresa de Insumos MONTANA S.A – Arequipa.

2.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS.

a) MÁQUINAS Y EQUIPOS DE PLANTA.

- EXTRUSORA.- Marca: G&M, Fabricación: Perú, Capacidad: 80 kg/h, Material: acero inoxidable, Tornillo: simple, 440 Voltios.
- MOLINO DE MARTILLOS.- Marca: INNOVA, Fabricación: Perú, Capacidad: 80 kg/h, Material: acero inoxidable, 440 Voltios.
- MOLINO DE DISCO.- Marca: INNOVA, Fabricación: Perú, Capacidad: 60 kg/h, Material: acero inoxidable, 440 Voltios.
- LAMINADORA.- Marca: INNOVA, Fabricación: Perú, Capacidad: 100 kg/h, Material: acero inoxidable, 440 Voltios.
- ESCARIFICADORA.- Marca: INNOVA, Fabricación: Perú, Capacidad: 100 kg/h, Material: acero inoxidable, 440 Voltios.
- BALANZA DE PLATAFORMA.- Marca: Excellence Level, Fabricación: Japón, Capacidad: 100 kg, Unidad de medición: kg, 220 Voltios.

- ZARANDA.- Marca: U.S. STANDARD SIEVE SERIES, Material: acero inoxidable calidad AISI 304, diámetro: abertura redonda de 1.20 mm, mallas de orificio redondo.
- BALANZA ELECTRONICA DIGITAL.- Marca: HAUS Capacidad: 1-10 Kg.
- SELLADORA manual.- Marca: IMOULSE SEALER, SOURCE: 220V 60Hz

b) EQUIPOS DE LABORATORIO.

- REFRIGERADORA.- Marca: ELECTROLUX, Fabricación: U.S.A, color: plomo.
- INCUBADORAS.- Material: madera, tecnoport, focos de 50 watts.
- TERMOHIGROMETRO.- Marca: power: 1X"AAA"BATTERY. FORT Worth,TX76102
- ESPECTROFOTÓMETRO.- Marca: Génesis 5/Milton Roy, Fabricación: U.S.A, Material: vidrio de 10 mm de paso óptico, puerto: RS-232C, monocromador: 1200 líneas/mm, 220 Voltios.
- CENTRIFUGA.- Marca: Hettich EBA 20; Fabricación: Alemania, Capacidad máxima: 4x290 ml, 4000 rpm, refrigeración por aire libre, 220 Voltios.
- Cocina eléctrica; marca: GINASTAR^R
- Balanza analítica.- Marca: OHAUS AdventurerTM por OHAUS Corporation, capacidad: 500 g, sensibilidad: 0.01 g, batería de 3.7 Voltios.

c) MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS.

- Matraz de vidrio
- Vaso precipitado 12 ml; marca PIREX^R USA
- Vaso precipitado 80-100 ml; marca PIREX^R USA
- Probeta: 100 ml; marca: kimax USA TD20°C 200024-D
- Beakers KIMAX USA 50. ml
- Pipetas volumétricas PYREX USA No. 7100 2 ml
- Pipetas graduadas KIMAX-51 USA 10 ml en 1/10
- Pipetas graduadas KIMAX-51 USA 5 ml en 1/10
- Microbureta KIMAX-51 USA
- Fiolas; marca: PIREX^R USA
- Tubos de ensayo PYREX USA N°.9820
- Tubos para centrifugar o eppendorf. Marca: PIREX^R USA N°.9820
- Baguetas de vidrio
- Cronometro mecánico
- Medidor de fuerza INSTRON modelo 4444 por Instron Corporation.
- Acople 3089 para INSTRON.

d) REACTIVOS

- Etanol (C₂H₅OH) al 70% de J.T. Baker ^k
- Ácido ascórbico para análisis de Riedel-di Haen 33034^k
- Fosfomolibdato de amonio (NH₄)₃PO₄(MoO₃)₁₂
- Catecol (C₆H₆O₂)

- Folin Ciocalteu 1N (sigma Aldrich)
- Carbonato de sodio (Na_2CO_3) anhidro al 1N. (Mallinckodt)
- Agua destilada (H_2O)_d

2.2.2.1. PARA EL ANALISIS FISICOQUÍMICO.

a) EQUIPOS DE LABORATORIO.

- Destilador PIREX USA45/50
- Mufla.
- Balón de ebullición KIMAX USA 24/40 250 ml
- Estufa de secado:
- Cámara de digestión.
- Balanza analítica. Marca: OHAUS Adventurer™ por OHAUS Corporation.
- Cocina eléctrica.

b) MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS.

- Erlenmeyer. Marca: KIMAX USA, capacidad: 100; 200 y 250 ml.
- Bureta. Marca: KIMAX USA, capacidad: 25 ml.
- Balón soxhlets. Marca: KIMAX USA, capacidad: 250 ml.
- Mortero Coors USA 60319
- Embudo pirex.
- Pipeta volumétrica. Marca: PIREX USA No.7100, capacidad: 25 ml.
- Pipeta. Marca: PIREX USA No.7100, capacidad: 1 y 10 ml.

- Vaso precipitado. Marca: PIREX^R USA, Capacidad: 100-600 ml.
- Piseta de vidrio
- Crisol de porcelana
- Gradillas de madera
- Tubos de ensayo. Marca: PIREX^R USA

c) REACTIVOS.

1. REACTIVOS PARA DETERMINAR PROTEÍNA.

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado
- Sulfato de cobre ($CuSO_4$)
- Oxido de potasio (K_2O)
- Hidróxido de sodio ($NaOH$) 0.1N
- Hidróxido de sodio ($NaOH$) 0.0905N estandarizado
- Ácido clorhídrico (HCl) 0.073N estandarizado
- Anaranjado de metilo (indicador)
- Agua destilada

2. REACTIVOS PARA DETERMINAR GRASA.

- Hexano (C_6H_{14})
- Agua destilada (H_2O)_d

3. REACTIVOS PARA DETERMINAR FIBRA.

- Hidróxido de sodio ($NaOH$) 0.1N concentrado
- Agua destilada (H_2O)_d

4. REACTIVOS PARA DETERMINAR ÍNDICE DE PERÓXIDOS.

- Ácido acético concentrado. glacial, por Fisher Scientific.
- Cloroformo concentrado 99.8%, reactivo A.C.S., estabilizado con amilenos, por Sigma-Aldrich®.
- Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 1/10N por J.T. Baker Chemical Co.
- Solución saturada Yoduro de potasio; cristal compactado, por J.T. Baker Inc.
- Almidón soluble, reactivo A.C.S., por Aldrich Chemical Company.
- Yoduro de potasio, cristal compactado, por J.T. Baker Inc.

5. REACTIVOS PARA DETERMINAR ACIDEZ TITULABLE.

- Agua destilada (H_2O)_d
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.0905 N estandarizado
- Indicador Fenolftaleína

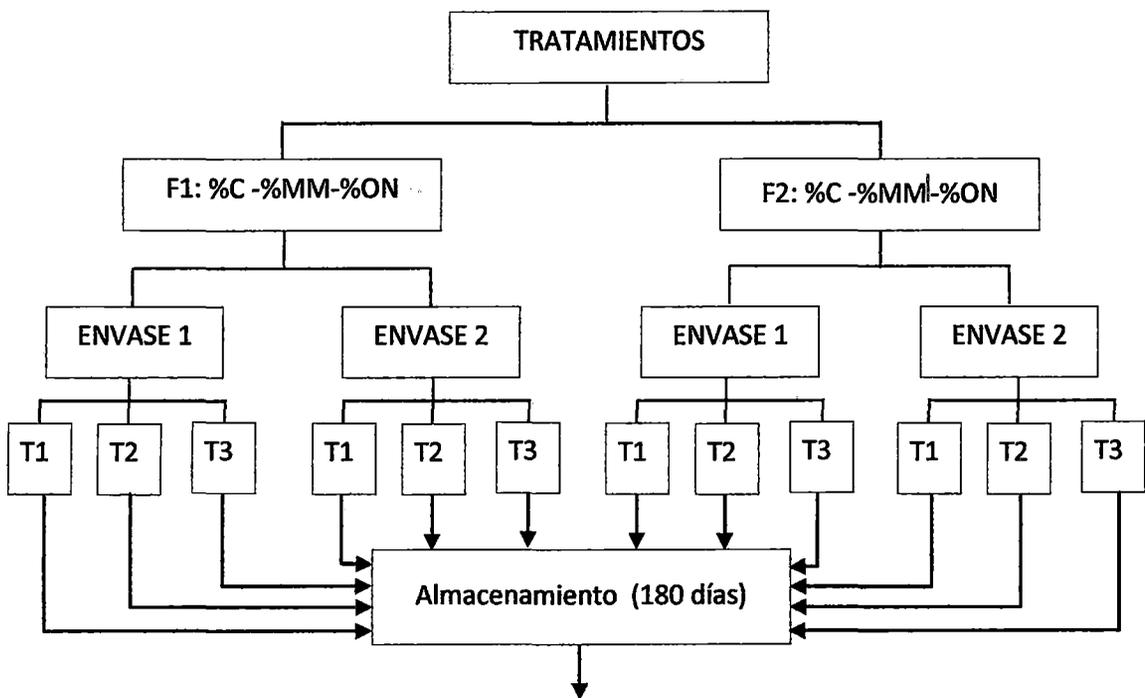
d) MATERIAL DE ENVASE.

- BOTES.- Capacidad 250 gramos, Material: polietileno transparente con tapa rosca.
- ENVASES DE ALMACENAMIENTO.- Polietileno de aluminio laminado de color amarillo y polietileno opaco coextruido bilaminado de color blanco.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El estudio de vida útil obedece con respecto al diseño experimental, a un arreglo factorial 2 x 2 x 3, donde los factores son: Formulación en dos niveles, material de envase en dos niveles: polietileno de aluminio laminado y polietileno opaco coextruido bilaminado, y temperatura en tres niveles: 5°C, 17°C y 40°C, con tres repeticiones para cada factor, haciendo un total de 36 ensayos. En este experimento se analizó el cambio de las variables de respuesta con respecto a los cambios de temperatura de almacenamiento para cada envase:

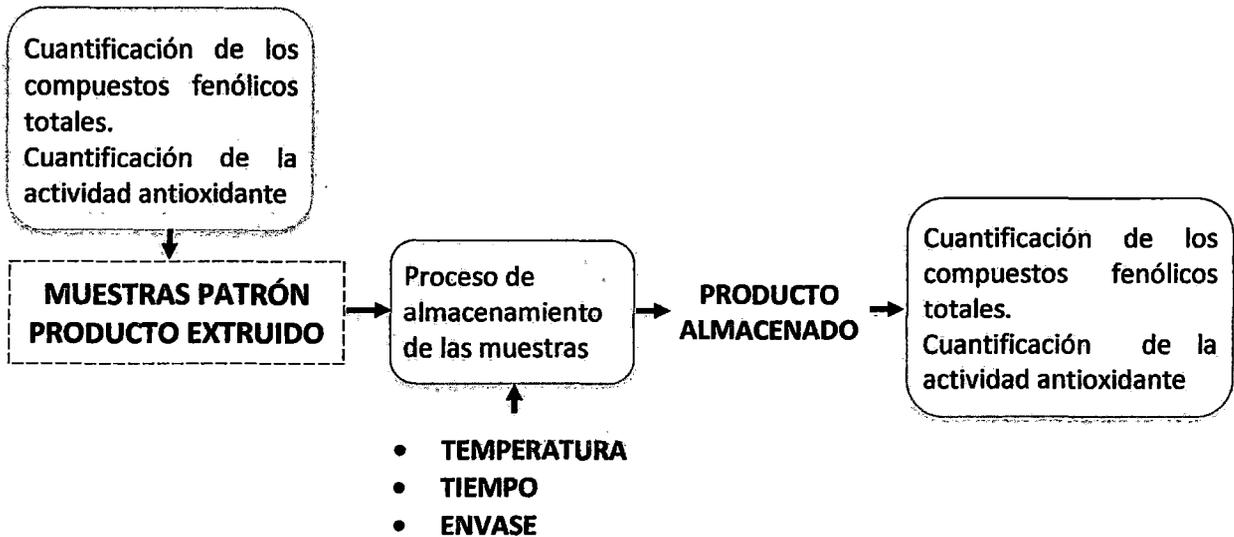
Diagrama 01. Tratamientos para el experimento.



Leyenda:

- F : Formulación
- C : Cañihua
- ON : Oca negra
- MM : Maíz morado
- T 1-3 : Temperatura

Figura 03. Resumen de variables para cuantificar los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante



2.3.1. VARIABLES DE LA INVESTIGACION.

2.3.1.1. VARIABLES INDEPENDIENTES O DE PROCESO.

Las cuales pueden ser modificadas o controladas durante el proceso así tenemos en el siguiente cuadro 08.

Cuadro 08. Variables independientes o de Proceso.

OPERACIÓN	VARIABLES
Formulación	Porcentajes de materia prima
Almacenamiento	Temperatura
Almacenamiento	Envase
Almacenamiento	Tiempo de vida útil

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.2. VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESPUESTA.

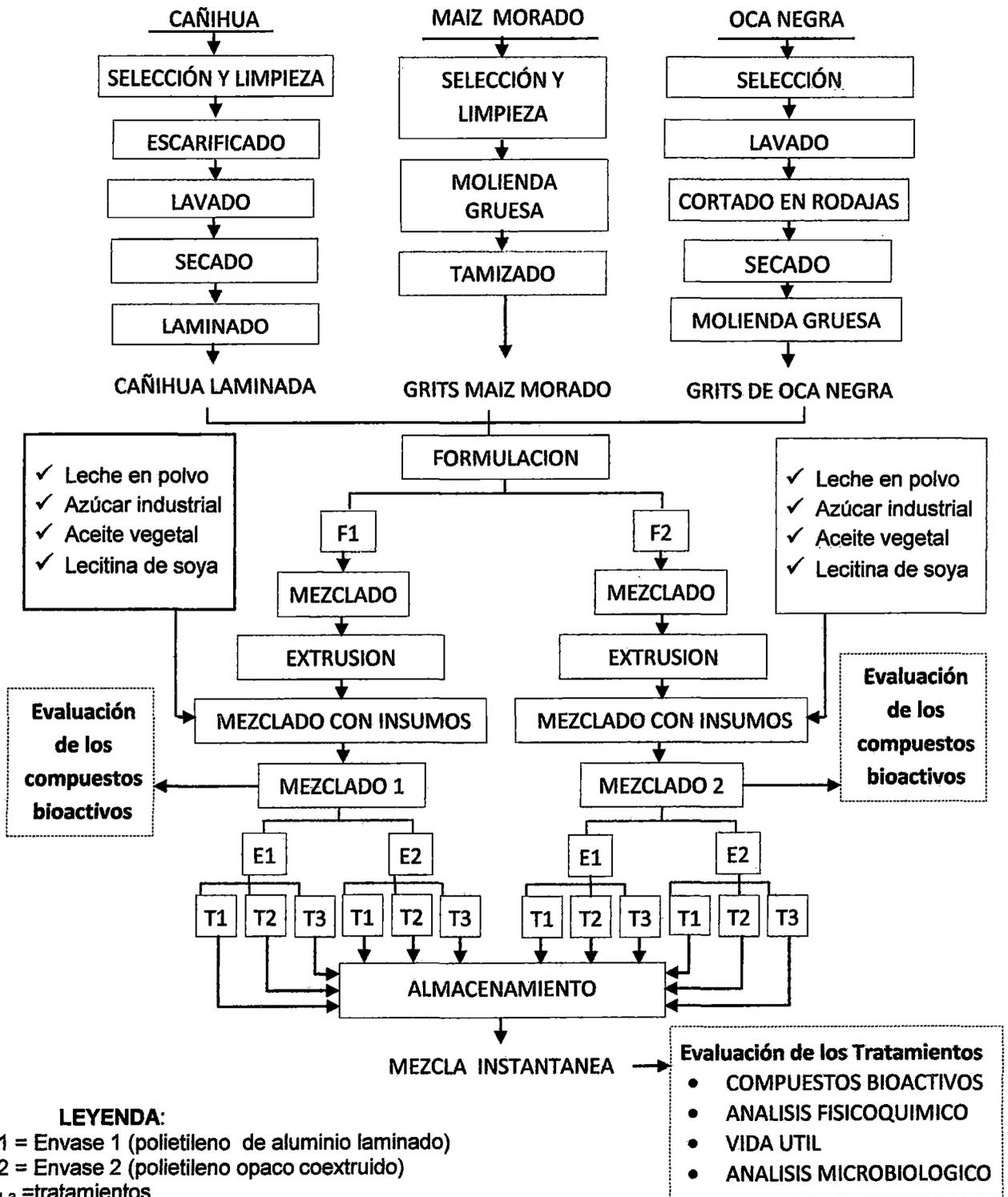
Es considerado como respuesta de las variables del proceso final como se muestra en cuadro 09.

Cuadro 09. Variables dependientes o de respuesta.

Producto terminado	Cuantificación y determinación
Alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado, oca e insumos leche en polvo, azúcar, aceite vegetal, saborizante y lecitina de soya.	<ul style="list-style-type: none">- La estabilidad de los compuestos bioactivos.- Degradación de las propiedades fisicoquímicos.

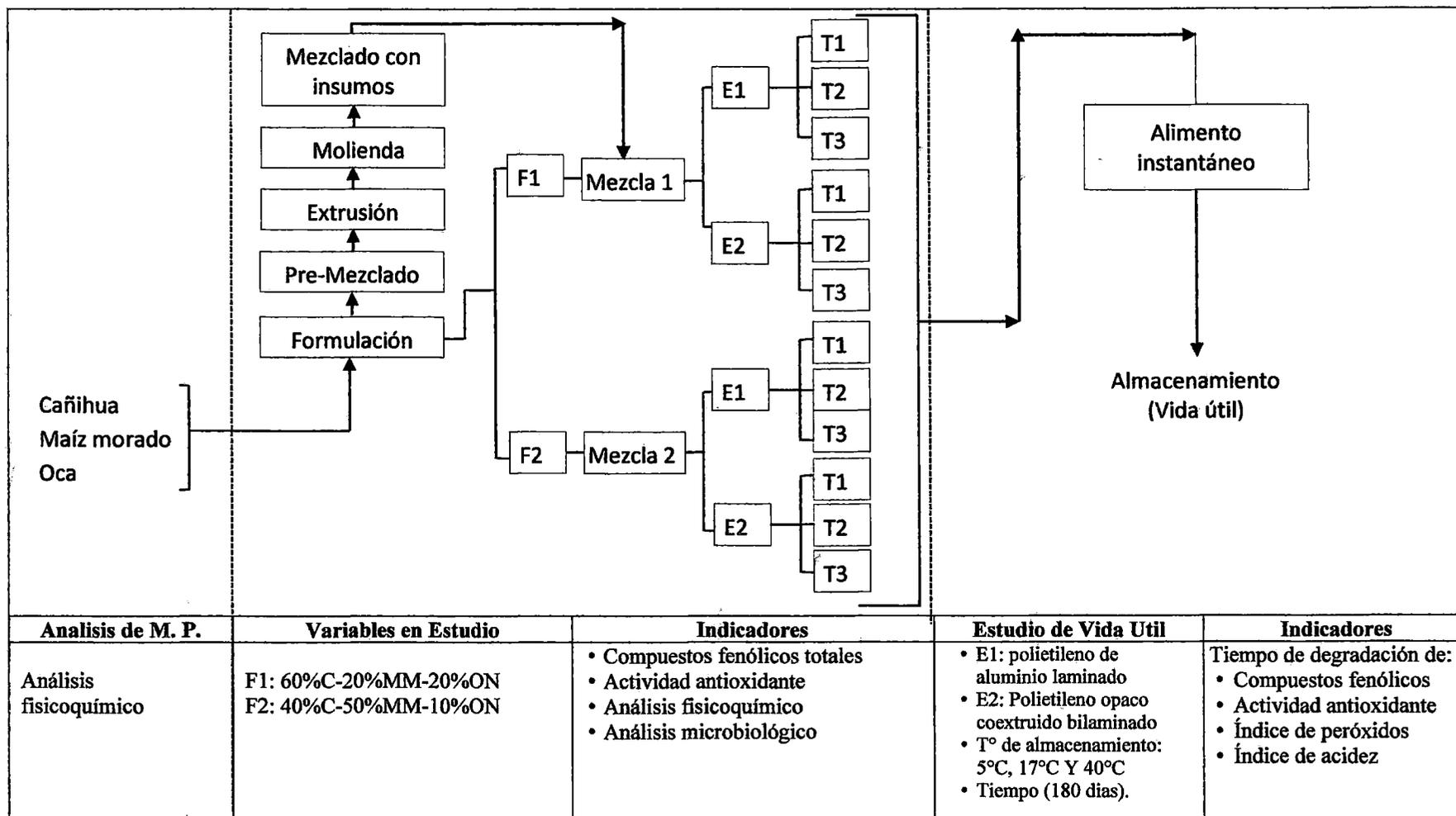
2.4. METODO EXPERIMENTAL.

Diagrama 02. Diseño Experimental



FUENTE: Elaboración propia

Diagrama 03. Diagrama de flujo para la determinación de Vida Útil en Alimento Instantáneo a base de Cañihua, Maíz morado y Oca negro.



FUENTE: Elaboración propia

Leyenda:

C = Cañihua, MM = Maíz Morado, ON = Oca Negra

2.4.1. PROCESO PARA LA OBTENCION DEL ALIMENTO INSTANTANEO MEDIANTE EXTRUSION.

2.4.1.1. OBTENCIÓN DE CAÑIHUA LAMINADA.

Materia prima.

Se utilizó Cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), de la variedad cupi, de color característico adquirida del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)-Puno, Centro Experimental Salcedo.

Selección y limpieza.

Esta operación se efectuó mediante el uso de zaranda con abertura redonda de 1.20 mm, mallas de orificio redondo, con el objetivo de separar las materias extrañas (piedras, pajas, etc.), de la Cañihua.

Escarificado.

Esta operación consistió en la separación del endospermo de la cañihua mediante el uso de una maquina escarificadora, con la cual se logró separar la cubierta externa del grano, así como disminuir el contenido de fibra en el producto.

Lavado y desinfección.

Los granos se sometieron a un lavado con agua, adicionado con una solución de hipoclorito de sodio 0.2 mg/l. para eliminar microorganismos y disminuir los riesgos asociados a elementos tóxicos.

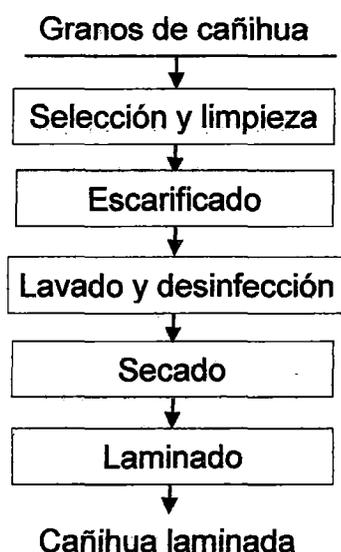
Secado.

Esta operación se realizó a temperatura ambiente, con la finalidad de eliminar la gran parte de la humedad relativa.

Laminado.

Esta operación permitió obtener la cañihua laminada a través de una maquina laminadora, con la finalidad de que sea homogéneo el espesor (0.5 mm) y facilitar la cocción y expansión en el extruido.

Diagrama 04. Diagrama de Flujo para la Obtención de Cañihua Laminada.



2.4.1.2. OBTENCION DE GRITS DE MAIZ MORADO.

Selección y limpieza.

Se realizó para eliminar impurezas y partículas extrañas presentes en el maíz morado, además de granos dañados y picados.

Lavado y desinfección.

Se realizó con fuente de agua, para disminuir la carga microbiana, y el desinfectado con agua adicionando hipoclorito de sodio 0.2 mg/l. posteriormente se realizó el enjuague con abundante agua.

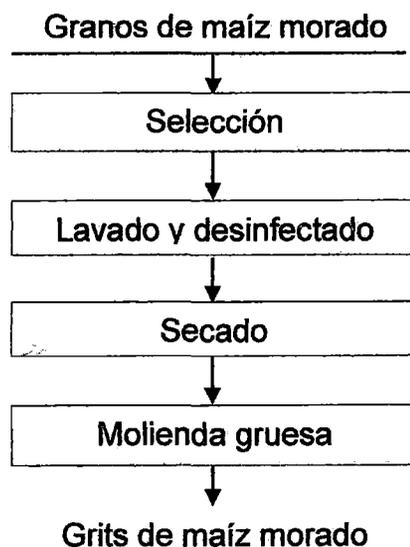
Secado.

Se realizó el secado a una temperatura ambiente de 17°C, a humedad de 42% durante un tiempo de 8 días, con la finalidad de inhibir la proliferación de microorganismos y eliminar parte del agua mediante evaporación.

Molienda gruesa.

En esta etapa el maíz morado seleccionado se procedió a triturar en un molino de martillo de modo que se logró obtener grits. Utilizando el tamiz N°8, se tamizó partículas de 1 a 3 mm de diámetro, de esta forma el grits de maíz morado se procedió a pesar y almacenar para su utilización.

Diagrama 05. Diagrama de Flujo para la Obtención de Grits de Maíz Morado



Fuente: Elaboración propia.

2.4.1.3. OBTENCION DE GRITS DE OCA NEGRA.

Selección.

Se seleccionó la materia prima en buen estado físico, del resto de productos incompletos y dañados. Así mismo se clasificó de acuerdo al color característico.

Lavado y desinfección.

El lavado se realizó con chorro de agua fría a fin de evitar la presencia de polvo, tierra, residuos, que pudieran haber quedado en las yemas luego de la cosecha y con la finalidad de disminuir la carga microbiana, se realizó el desinfectado con agua potable adicionando hipoclorito de sodio 0.2 mg/l. posterior se realizó el respectivo enjuague con abundante agua.

Cortado en rodajas.

Se realizó el proceso de cortado en rodajas delgadas para facilitar el proceso de secado, donde se ha utilizado una ralladora de acero inoxidable.

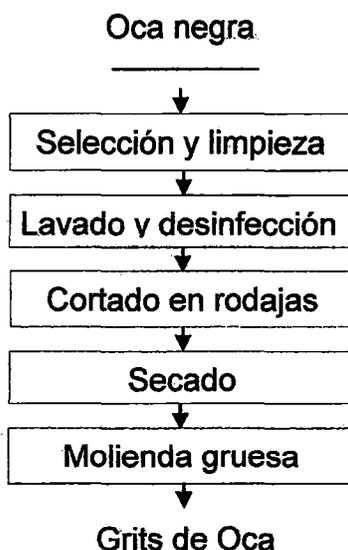
Secado.

Esta operación se realizó a la temperatura ambiente de 19°C y una humedad relativa de 35 %, por un tiempo de 8 días.

Molienda gruesa.

Se utilizó molino de martillo de tamiz N°8 obteniendo una granulometría de 2 a 3 mm de diámetro con la finalidad de obtener grits de oca para el proceso de extrusión.

Diagrama 06. Diagrama de Flujo para la Obtención de Grits de Oca.



Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE LAS FORMULACIONES.

Para la formulación se utilizaron proporciones variables de cañihua, maíz morado y oca negra, así mismo se estableció que todas las formulaciones contendrían insumos (azúcar: 28%, leche en polvo: 10.68%, aceite vegetal: 8%) y aditivos (lecitina de soya: 0.15%, saborizante: 0.17%) constantes. Para lo cual se ha formulado 9 combinaciones en cantidades porcentuales en peso al 100%, de acuerdo al score químico expresados en porcentajes de aminoácidos, las 9 formulaciones fueron: F1 (50%C-20%MM-30%ON), F2 (30%C-30%MM-40%ON), F3 (60%C-20%MM-20%ON), F4 (20%C-50%MM-30%ON), F5 (45%C-30%MM-25%ON), F6 (40%C-20%MM-40%ON), F7 (30%C-20%MM-50%ON), F8 (40%C-30%MM-30%ON), F9 (40%C-50%MM-10%ON), los cuales fueron evaluadas a través del score químico con la finalidad de seleccionar las dos mejores formulaciones; F3 (60%C-20%MM-20%ON), y F9 (40%C-50%MM-10%ON),

Se mezclaron porcentajes en peso, de acuerdo al cálculo del cómputo químico expresados en porcentajes de materia prima como cañihua laminada, grits de maíz morado y grits de oca negra, se mezclaron homogéneamente para facilitar la cocción y expansión del producto extruido.

2.4.3. PROCESO DE COCCIÓN – EXTRUSIÓN.

Una vez ya lista las materias primas se procedió a extruir: por el interior del extrusor se MEZCLA y seguidamente es MOLIDO, AMASADO a fin de transformar la estructura granular en una masa semisólida plástica la que es COCCIONADA en un rango de temperatura de 140 – 180°C, permaneciendo el producto en la chaqueta del extrusor un tiempo de 4 a 9 seg; para que el producto a través de un orificio (boquilla) se expanda e inmediatamente es cortada por la acción de unas cuchillas rotatorias para obtener el producto extruido.

2.4.4. OPERACIONES POSTERIORES AL PROCESO DE COCCIÓN – EXTRUSIÓN.

2.4.4.1. MOLIENDA.

Una vez ya enfriado el producto extruido a temperatura ambiente, se sometió a una molienda fina para obtener harina uniforme. El producto es triturado en un molino de disco con tamiz N° 140 obteniéndose una granulometría de 80 a 100 µm, luego fueron recepcionados en bolsas de polietileno y sellados herméticamente para garantizar su inocuidad.

2.4.4.2. MEZCLADO CON INSUMOS Y ADITIVOS.

Esta operación se realizó en un recipiente de acero inoxidable en la que se mezclaron el producto extruido pulverizado, insumos (leche en polvo 10.68%, azúcar 28.00% y aceite vegetal 8%) y aditivos (saborizante 0.17% y lecitina de soya 0.15%), hasta obtener una mezcla homogénea e instantánea.

2.4.4.3. ENVASADO.

El producto mezclado (alimento instantáneo), fue envasado en dos envases diferentes para cada formulación; envase amarillo: polietileno de aluminio laminado y envase blanco: polietileno opaco coextruido bilaminado.

2.5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE ALMACENAMIENTO.

En esta metodología se describen los procedimientos utilizados para el almacenamiento de las muestras experimentales, así como los experimentos realizados para cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo.

2.5.1. PRUEBAS ACELERADAS DE VIDA UTIL.

Los 12 tratamientos de alimento instantáneo fueron almacenados durante un tiempo de 180 días de acuerdo al Programa Integral de Nutrición, (ANEXO 12) las cuales fueron almacenados en tres equipos adecuados a distintas temperaturas como se detallan a continuación:

- ✓ Ambiente 1: refrigeradora; 5°C y 48% de humedad relativa.
- ✓ Ambiente 2: incubadora; 17°C y 54% de humedad relativa.
- ✓ Ambiente 3: incubadora; 40°C y 28% de humedad relativa.

Cuadro 10. Proceso de Almacenamiento.

F	F1 (60%C - 20%MM - 20%ON)						F2 (40%C - 50%MM - 10%ON)					
E	E1: polietileno de aluminio laminado			E2: polietileno opaco coextruido bilaminado			E1: polietileno de aluminio Laminado			E2: polietileno opaco coextruido bilaminado		
T	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C
Tr	Tr 1	Tr 2	Tr 3	Tr 4	Tr 5	Tr 6	Tr 7	Tr 8	Tr 9	Tr 10	Tr 11	Tr 12
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

F1 : Formulación 1

F2 : Formulación 2

E1 : Envase 1

E2 : Envase 2

T : Temperatura

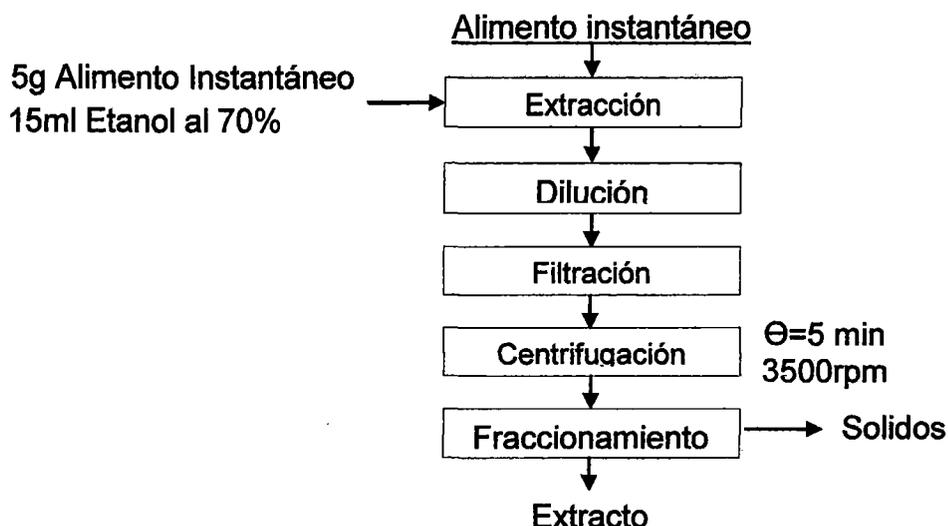
Tr₁₋₁₂: Tratamientos

2.5.2. METODOS DE ANALISIS.

2.5.2.1. OBTENCIÓN DE EXTRACTO PARA EL ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS.

Para la determinación de los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante), la extracción de las muestras de alimento instantáneo se ha realizado en dos fases, doce tratamientos en cada fase con tres repeticiones a cada tratamiento, y la extracción de las muestras (alimento instantáneo antes del almacenamiento en tiempo cero), denominadas muestras patrón; para ello se procede a utilizar el proceso de extracción optimizado. (Chirinos *et. al.*, 2007). Como se muestra en el diagrama 07:

Diagrama 07. Obtención de Extractos.



2.5.2.2. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES.

Para la determinación de los compuestos fenólicos se utilizó el método de Folin-Ciocalteu. Este método cuantifica el contenido de compuestos fenólicos totales; para los diferentes tratamientos de alimento instantáneo se utilizó una curva patrón que consta de una muestra en blanco y seis muestras como estándares, como se muestra a continuación:

Cuadro 11. Curva Patrón Fenólicos Totales (Expresados en ml).

	B	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	M
Catecol	0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	0.1
Etanol 70%	1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2	0	0.9
Folin-Ciocalteu 0,25 N	2	2	2	2	2	2	2	2
Na ₂ CO ₃	3	3	3	3	3	3	3	3
Etanol 70%	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Laboratorio Fitoquímica UNSAAC 2014

Dónde:

B : Muestra blanco patrón

ST₁₋₆: Estándares

M : Muestras

Se ha utilizado el método Folin-Ciocalteu; para lo cual se coloca 5 g de muestra y se añade 15 ml de etanol (70%) en un tubo Falcón; se mezcló hasta que se pueda disolver homogéneamente por (1 a 2 min.); se dejó el homogenizado en reposo por 10-15 horas en refrigeración (4°C); luego del reposo, se centrifugo el homogenizado por 5 min. a 3500rpm; con una micro pipeta se tomó 0.1 ml de la muestra (sobrenadante claro), y 0.1 ml de catecol, 0.9 de etanol (70%), 2 ml de Folin-Ciocalteu 0,25 N, 3ml de carbonato de sodio ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$) y se mezcló; al mismo tiempo, se preparó una muestra en blanco y estándares como se detalla en el cuadro Nro.11 de igual manera se prepara las muestras anteriormente predichas; todos los reactivos se mezcla y se deja reaccionar por 3 minutos; al pasar ese tiempo, se añade 3 ml de etanol (70%) con una micro pipeta; se mezcla y se deja por 15 minutos; para luego llevarlo al espectrofotómetro a cero con la solución en blanco; se coloca el sobrenadante en una cubeta de vidrio y se lee el espectrofotómetro a 760 nm; usando una curva estándar. se guardaron las lecturas de las absorbancias observadas, para expresar los resultados en mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g de muestra.

2.5.2.3. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

El método utilizado para analizar la actividad antioxidante es el que emplea el ORAC. (Oxygen Radicals Absorption Capacit), Este método utiliza un radical estable para medir un efecto antioxidante de un extracto de la muestra.

Cuadro 12. Curva Patrón Antioxidantes (Expresados en ml)

	B	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	M
Ácido ascórbico	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1	0.1
H ₂ O _D	1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1	0	0.9
Fosfomolibdato de amonio	1	1	1	1	1	1	1	1
H ₂ O _D	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Laboratorio Fitoquímica UNSAAC 2014

Mediante el método radical ORAC, en la fracción hidrofílica; primeramente se pesa 5 gramos de muestra y se añade 15 ml de etanol (70%) en un vaso precipitado de 30 ml; se mezcla hasta que se pueda disolver homogéneamente por (1 a 2 min.); para luego calentarlo por 10 min. con la finalidad de conseguir una apariencia homogénea; se almacenan por un tiempo de 10 horas a 4°C, luego se centrifuga el homogenizado por 5 min. a 3500rpm.

Seguidamente con una pipeta se transfiere 0.1 ml del sobrenadante y se coloca dentro de un tubo Eppendorf para luego añadirle 0.1ml de ácido ascórbico, 0.9 ml de agua destilada y 1 ml de fosfomolibdato de amonio; después se homogenizo para que al mismo tiempo se preparen las muestras en blanco y los estándares como se detalla en el cuadro 12. Y cantidades mencionadas; para luego facilitar la reacción en un agitador en la oscuridad un tiempo de 4 horas y finalmente se llevó a leer la lectura del espectrofotómetro a 660 nm; se repitieron las lecturas a través del tiempo hasta que se no se observa cambios significativos en la absorbancia; el punto final de la absorbancia fue usado para calcular la actividad antioxidante.

La capacidad antioxidante se calcula utilizando la curva de trolox (C₁₄H₁₈O₄), y los resultados se expresa como µmol de trolox equivalente/g de muestra. La ecuación obtenida a partir de la curva estándar de trolox a 660nm.

2.5.2.4. ANALISIS FISICOQUIMICO.

El análisis fisicoquímico se efectúa a todas las muestras como las dos formulaciones antes de ser almacenados y también a las 12 muestras después de ser almacenados por un tiempo de 180 días en distintos envases y a diferentes temperaturas de 5°C, 17°C y 40°C

a) Determinación de Humedad.

La humedad es un parámetro crítico que condiciona las características nutritivas, sensoriales y estabilidad de un alimento.

Se determinó aplicando el método descrito en la NTE INEN 518 (indirecto por medio de desecación, por diferencias de pesos, sometiéndose 2 g de muestra a una temperatura de 120°C por un tiempo de 6 horas en una estufa de secado hasta lograr un peso constante.

$$\% \text{humedad seca} = \frac{\text{masa inicial} - \text{masa final} \times 100}{\text{gramos de muestra}}$$

$$\text{Materia seca} = 100 - \text{Humedad}$$

b) Determinación de Ceniza.

La ceniza del producto alimentario es el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica, se determina por medio de la incineración de las muestras, las cuales se colocan en una mufla, hasta obtener residuos grises o blancos y peso constante.

Se determinó de acuerdo al método descrito en la NTE INEN 520. Se calcinó 2 gramos de muestra de la materia orgánica en crisol a 600°C por un tiempo de 6

horas, para luego carbonizarse y luego se oxida dando CO₂, H₂O, N₂O, NO, SO₂, etc. Y los elementos minerales quedando como ceniza blanca.

$$\text{Ceniza} = \frac{\text{peso ceniza} \times 100}{\text{peso muestra}}$$

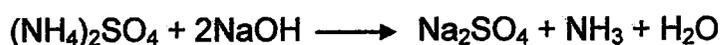
c) **Determinación de Proteína Total.**

Se determinó mediante la NTE INEN 519, aplicando el método Kjeldahl, que determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas y mediante un factor de transformación calcula el porcentaje de proteína en el alimento. Este método consta de tres etapas:

1. Destrucción de la materia orgánica: se hace una digestión con H₂SO₄, en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo. Todo el nitrógeno se transforma en sulfato de amonio.



2. Destilación del amoníaco: sobre el sulfato de amonio formado en la primera etapa, se añade NaOH en exceso y se desprende NH₃, que es arrastrado por una corriente de vapor de agua y se recogen en un recipiente colector para su valoración.



3. Valoración de amoníaco: se recogen el NH₃ destilado sobre H₂SO₄ medido y en exceso. El exceso se valora con NaOH.



A partir del H₂SO₄ consumido en la valoración, se determina la cantidad de nitrógeno (%) y multiplicando por el factor de transformación para cereales (6.25) se determina el porcentaje de proteínas (%N.T=%Proteína).

Procedimiento.

Se siguió la metodología descrita por (Arpasi A., O. 2001):

- Se pesó 0.1 g de muestra y se puso a un tubo de ensayo
- Se a añadió 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, mas 1g de catalizador (mezcla de sulfato de cobre, sulfato de potasio).
- Etapa de la digestión: se calienta utilizando la muestra por un tiempo de 8 horas con el fin de que el color de la mezcla de los reactivos se convierta en un color transparente claro.
- Etapa de la destilación: La muestra ya digestada se destila con ácido clorhídrico estandarizado 0.073 N y anaranjado de metilo.
- Finalmente es titulada el cloruro de amonio con hidróxido de sodio estandarizado 1 N.

d) Determinación de Grasa.

El contenido de grasa, se determinó de acuerdo al método descrito en la NTE INEN 523, que consiste en la extracción de la fracción lipídica del material

seco y molido de la muestra con disolventes orgánicos apolares, posteriormente el disolvente se evapora y se determina la cantidad de lípidos por gravimetría. El resultado se expresa en porcentaje de grasa (peso/peso), es decir, gramos de grasa en 100g de alimento.

Se prosiguió de la siguiente manera:

- Se pesa 1g de muestra seca y se coloca en tubo de ensayo.
- Añadir 3 ml de hexano y esperar un tiempo de 12 horas hasta que el hexano disuelva la grasa.
- Pasado el tiempo esperado se extrae la materia blanquecina que sedimenta en la parte superior del tubo
- En un nuevo recipiente a la materia obtenida se le añade agua destilada varias veces y se filtra hasta que se obtenga la grasa.

e) Determinación de Fibra.

Para la determinación de la "fibra cruda" se digiere la muestra sin grasa con una solución de ácido sulfúrico, se lava y nuevamente se digiere con una solución de NaOH, se lava seca y pesa. Este tratamiento empírico proporciona una fibra que consiste principalmente en celulosa y cierta proporción de lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra original.

Utilizando la digestión ácida y alcalina, los reactivos: Ácido sulfúrico (H_2SO_4 0,255N) e Hidróxido de sodio (NaOH 0,1N) descritos en la NTE INEN 522.

f) Determinación de Carbohidratos.

La determinación de carbohidratos es muy complicada, porque es un grupo muy heterogéneo de compuestos sin ninguna propiedad diferencial con los otros grupos que permita su análisis.

Por ello pueden determinarse indirectamente por la diferencia entre 100 y la suma de los porcentajes de los demás componentes principales (humedad, grasa, fibra, proteína, ceniza).

El contenido de carbohidratos fue calculado por diferencia, utilizando la ecuación:

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ de grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ fibra})$$

g) Determinación del Índice de Peróxidos.

Para esta determinación se utilizó la grasa de la muestra ya obtenida. Ya que la grasa oxida el yoduro de potasio bajo condiciones de prueba (los peróxidos son altamente reactivos), el yodo liberado es titulado con tiosulfato de sodio estandarizado, para luego determinar el índice de peróxido.

Procedimiento:

Se siguió la metodología descrita por (Pascual Ch., y Loayza A., 2000):

- Se pesa 1 g de muestra y colocarlo en un tubo de ensayo

- Se adicionó 5 ml de la mezcla de (36 ml de ácido acético y 24 ml de cloroformo), y agitar por rotación en forma suave hasta conseguir la completa disolución de la muestra
- Agregar 0.5 ml de la disolución de yoduro de potasio saturado
- Esperar exactamente unos minutos, agitando de vez en cuando y añadirle 6 ml de agua destilada
- Titular el yodo liberado con el tiosulfato de sodio 0.01N, dejando caer esta disolución gota a gota mientras se agita vigorosamente, hasta la casi total desaparición del color amarillo del yodo; seguidamente se añade 0.5 ml de la disolución al 1% de almidón soluble y continua la titulación, agitando vigorosamente, hasta que desaparezca el color azul.
- Simultáneamente realizar una prueba en blanco en las mismas condiciones. El blanco no debe de pasar de 0.5 ml de tiosulfato de sodio 0.01N.
- Finalmente se efectúa el cálculo del contenido de índice de peróxidos con la siguiente formula:

$$\text{Índice de peróxidos} = \frac{126.9 \times Vg \times N}{1000}$$

Dónde:

126.9 : Peso equivalente del yodo

Vg : Volumen gastado del tiosulfato de sodio

N : Normalidad (factor del tiosulfato de sodio)

h) Determinación de la Acidez Titulable.

Se efectúa por titulación, que consiste en la neutralización de los iones de hidrogeno del ácido con una solución de hidróxido de sodio 0.0905 estandarizado en presencia de un indicador fenolftaleína.

Procedimiento:

Para la determinación de acidez titular de acuerdo a NTP 206.013-1981 metodología descrita por (Arpasi A., O. 2001). Se prosiguió en tres etapas.

Preparación de la muestra.

- Se pesó 1g de muestra
- Luego se aforó con 4 ml de agua destilada
- Se calienta por un tiempo de 5 min para luego filtrar.

Titulación.

- Tomar la alícuota de la muestra para añadirle 5 gotas de fenolftaleína
- Titular con hidróxido de sodio estandarizado al 0.0905N
- Leer el gasto del hidróxido de sodio

Cálculo.

Para la determinación de acidez se utiliza la siguiente formula:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{Vg \times N}{\text{Meq}}$$

Dónde:

Vg : volumen del hidróxido de sodio gastado en la titulación de la alícuota

N : normalidad del hidróxido de sodio 0.0905N

Meq: valor de mili equivalente en gramos del ácido del que se quiere expresar la acidez

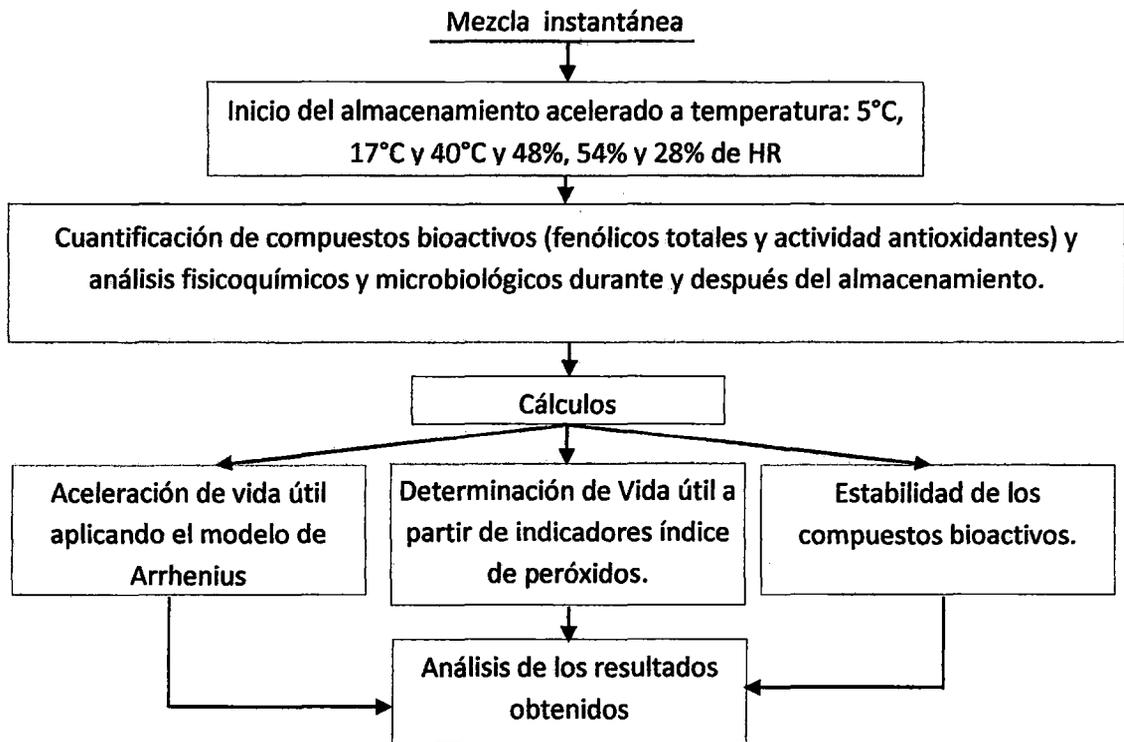
M : gramos de mililitros de muestra contenida en la alícuota

2.6. DETERMINACION DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL.

Los alimentos instantáneos, se evaluaron mediante pruebas aceleradas de vida útil, a temperaturas de almacenamiento de 5°C, 17°C y 40°C; en envases de polietileno de aluminio laminado y polietileno opaco coextruido bilaminado por un periodo de 180 días. Los controles que se efectuaron, son requisitos para determinar y predecir la vida útil; como compuestos bioactivos (compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante) y propiedades fisicoquímicas (índice de peróxidos y acidez titulable).

El esquema experimental que explica el procedimiento para la determinación del tiempo de vida útil se muestra en el diagrama 08.

Diagrama 08. Diagrama de Flujo para el estudio de vida útil.



Fuente: Elaboración propia.

2.6.1. PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL ALIMENTO INSTANTANEO A TRAVÉS DEL MODELO DE ARRHENIUS.

Ecuación de Arrhenius. Uno de los parámetros de esta ecuación es la constante de velocidad de reacción (k) que se ve afectada por la temperatura. En la gran mayoría de las reacciones de pérdida de calidad sensorial, el valor de k varía en función de la temperatura según la ecuación de Arrhenius:

$$k = k_{ref} \exp\left(-\frac{EA}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dónde:

K = constante de velocidad de reacción a la temperatura T,

K_{ref} = constante de velocidad de reacción a la temperatura de referencia,

EA = energía de activación en cal/mol,

R = constante general de los gases en cal/ (mol°K) igual a 1.986,

T = temperatura en °K,

T_{ref} = temperatura de referencia en °K.

La ecuación (2.1) se puede linealizar mediante la aplicación de logaritmos:

$$\ln(k) = \ln(k_{ref}) \left(-\frac{EA}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

Y de esta manera si se representa el ln(k) en función de la inversa de la temperatura absoluta, se obtiene una recta con pendiente $-EA/R$.

2.7. DISEÑO ESTADISTICO.

El diseño estadístico utilizado en el presente trabajo de investigación es el factorial de 2 x 2 x 3 con tres repeticiones en Bloques Completos Randomizados (BCR), cuyos resultados son analizados mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurión, versión 5.1, para evaluar la estabilidad de los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante); teniéndose un total de 36 tratamientos en estudio. El paquete que nos indica mediante el cuadro

de ANVA, el grado de significancia estadística entre los tratamientos y mediante la prueba de TUKEY se vio que tratamiento es diferente a otro de los dos niveles de significancia de 5% y 1%.

2.7.1. MÉTODOS PARA EL ANALISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó los siguientes análisis estadísticos:

- En los resultados fisicoquímicos en el producto terminado, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de determinar si existe diferencias significativas entre las muestras y el control. En los casos de encontrar diferencias, se efectuó el diseño de análisis de varianza Multi-Factor Categórico. Todos los análisis estadísticos se desarrollaron para una probabilidad del 95% de confianza, con el programa estadístico Statgraphics plus 5.1.

El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método existe un riesgo del 1.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

- Las tablas presentadas a continuación aplican un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.
- Durante el almacenamiento del producto terminado, el método de Arrhenius facilitó la determinación del tiempo de vida útil mediante el modelamiento de los datos de índice de peróxidos (Cardelli y Labuza, 2001).

2.8. ANALISIS MICROBIOLÓGICO.

La validación de identificación del presente trabajo de investigación es el análisis microbiológico que se presenta con la finalidad de cuantificar microorganismos, bacterias y hongos en el producto instantáneo y así establecer la inocuidad del alimento instantáneo para su consumo. (Anexo 10).

Cuadro 13. Especificaciones microbiológicas para alimento instantáneo

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS	N	c	m	M
Numero de Aerobios Mesofilos (ufc)/g	5	1	10^4	10^5
Coliformes (NMP/g)	5	1	10	10^2
Staphylococcus aureus (NMP)/g	5	1	10	10^2
Bacillus cereus (ufc)/g	10	1	10^2	10^4
Deteccion de Salmonella en 25g	60(*)	0	0	0
Hongos (ufc)/g	5	2	10^2	10^4

Fuente. (Programa Integral de Nutrición 2012).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. FORMULACION DEL ALIMENTO.

La sistemática de estudio para la selección de las 9 formulaciones según el score químico se presenta en el anexo. 04, donde se detalla el proceso de selección basándose por su porcentaje del score químico mayores al 85% establecido por el Programa Integral de Nutrición para Mezclas Fortificadas de Cereales y Leguminosas.

La selección fue en función al cálculo del porcentaje de Energía en Kcal, % de proteína animal, % de carbohidratos, % de proteína, % de grasa y % de carbohidrato (Anexo 03, cuadro 50).

La mezcla instantánea, permite conservar el contenido nutricional del alimento, garantizando el aporte de aminoácidos esenciales por parte de los cereales, para ser más digeribles que el grano entero; con frecuencia se enriquecen con

vitaminas y/o minerales que aumentan considerablemente su valor nutricional y su acción dietética (Guy, 2002). Garantizando el metabolismo y desarrollo integral de la persona por el consumo de un alimento instantáneo.

En base a las formulaciones que se presentan en el anexo 5, figura 39, se calcula la valoración del contenido de aminoácidos en proteínas, en 9 formulaciones de una mezcla alimenticia, donde la gran parte de las formulaciones propuestas presentan valores altos de computo químico, que varía entre 89.84% - 104.28% del aminoácido limitante (lisina). El Programa Integral de Nutrición establece algunas especificaciones técnicas para la elaboración de mezcla fortificada de cereales y leguminosas.

La calidad de proteínas de los alimentos depende de sus contenidos de aminoácidos esenciales. La norma técnica (FAO, 2000), ha planteado que toda proteína de un alimento, es biológicamente completa, cuando presenta todos los aminoácidos esenciales en una cantidad superior o igual a lo establecido para cada alimento. Las proteínas biológicamente incompatibles, son aquellas que tienen una o más aminoácidos esenciales que limitan la síntesis de proteínas disminuyendo su utilización.

La relación que existe entre el aminoácido limitante de los cereales (lisina), y el aminoácido que aporta las leguminosas (Metionina) para el alimento instantáneo forman un alimento balanceado para el consumo de cada grupo de edad de las personas se denomina Score Químico (Anexo 04).

Cuadro 14. Resultados de Score Químico para las 9 Formulaciones.

Formulaciones	MATERIAS PRIMAS %			(%) Computo Químico
	Cañihua	Maíz morado	Oca negra	
Formulación 1	50	20	30	103.37
Formulación 2	30	30	40	97.65
Formulación 3	60	20	20	104.28
Formulación 4	20	50	30	89.84
Formulación 5	40.5	30	20.5	99.99
Formulación 6	40	20	40	102.27
Formulación 7	30	20	50	100.88
Formulación 8	40	30	30	99.30
Formulación 9	40	50	10	94.26

Fuente: Elaboración propia

Para el presente estudio se seleccionaron las formulaciones 3 y 9 por que presentan un cómputo químico alto, las cuales son de 104.28 y 94.26 respectivamente. Debido a que estos valores están dentro de los parámetros establecidos por el PIN. (Ver Anexo 9).

3.1.1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA MUESTRA PATRON.

Los resultados de las muestras patrón del análisis fisicoquímico de las formulaciones 1 y 2 del alimento instantáneo, se observa en el cuadro 15. Deduciendo que existe una ligera diferencia en cada macronutriente correspondientes entre la formulación 1 y formulación 2. Anexo 7.

Cuadro 15. Análisis Físicoquímico del Alimento Instantáneo muestras patrón.

ENSAYOS FISICO QUIMICOS		MUESTRAS 100 gr	
		Formulación 01	Formulación 02
HUMEDAD	%	4.84	4.86
PROTEINA	%	9.98	9.52
CENIZA	%	2.64	2.65
GRASA	%	14.12	13.87
CARBOHIDRATOS	%	68.42	69.10
ENERGIA TOTAL Kcal	%	440.68	439.31
Kcal prov. Proteína	%	9.06	8.67
Kcal prov. Grasa	%	28.84	28.42
Kcal prov. Carbohidratos	%	62.10	62.10
FIBRA	%	1.24	1.26
INDICE DE PEROXIDOS	Meq/kg	0.74	0.73
Acidez (exp. Ac. Sulfúrico)	%	0.23	0.25

Fuente: Laboratorio QUIMICA LAB - CUSCO

Estos resultados son obtenidos a partir de la mezcla instantánea sin almacenar, donde se observa que existe una ligera diferencia en sus componentes físico químicos como podemos mencionar; formulación 1: % de proteína 9.98, % de grasa 14.12, % carbohidratos 68.42 y para la formulación 2: % de proteína 9.52, % de grasa 13.87, % de carbohidratos 69.10 por consiguiente los macronutrientes del análisis físicoquímico del alimento instantáneo, tiene un ligero incremento en su composición, por lo tanto el score químico garantiza seleccionar la formulación adecuada a través de la predicción de la calidad proteica.

El programa integral de nutrición hace referencia la especificación técnica para una mezcla fortificada de cereales y leguminosas, donde señala los requisitos físicos químicos por ración de 50g de alimento que deberá contener: El computo químico a 85%, Energía por ración: 200 - 230 kcal, Proteínas: 06 – 10% de la energía total, Grasa: 20 – 30 % de la energía total, Carbohidratos: la diferencia, Proteína animal: Min. 20% de la proteína total, Acidez: Menor o igual a 0.4% expresado en ácido sulfúrico, Ceniza: Menores 5%. De esta manera se hace una confrontación entre el análisis fisicoquímico del alimento instantáneo a base de Cañihua, Maíz morado y Oca negra con los requisitos establecidos por el Programa Integral de Nutrición. Deduciendo que los resultados del trabajo en investigación está dentro de los parámetros establecidos por el PIN (Anexo 09).

3.1.2. RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO FINAL.

Cuadro 16. Análisis Físicoquímico del Alimento Instantáneo almacenado, muestras final.

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	Muestras 100g											
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12
HUMEDAD %	4.28	4.14	4.18	4.28	4.31	4.41	4.32	4.33	4.14	4.42	4.34	4.29
PROTEINA %	9.73	9.56	9.61	9.81	9.61	9.82	9.23	9.31	9.19	9.27	9.29	9.32
CENIZA %	2.64	2.61	2.61	2.61	2.58	2.61	2.63	2.67	2.61	2.63	2.63	2.63
GRASA %	13.42	13.16	13.38	13.47	13.24	12.82	13.32	12.74	13.28	12.47	12.71	12.84
CARBOHIDRATOS %	69.93	70.53	70.22	69.83	70.26	70.34	70.5	70.95	70.78	71.21	71.03	70.92
ENERGIA TOTAL Kcal %	439.42	438.8	439.74	439.79	438.64	436.02	438.80	435.70	439.40	434.15	435.67	436.52
Kcal prov. Proteína %	8.86	8.71	8.74	8.92	8.76	9.01	8.41	8.55	8.37	8.54	8.53	8.54
Kcal prov. Grasa %	27.49	26.99	27.38	27.57	27.17	26.46	27.32	26.32	27.20	25.85	26.26	26.47
Kcal prov. Carbohidratos %	63.66	64.29	63.87	63.51	64.07	64.53	64.27	65.14	64.43	65.61	65.21	64.99
Acidez (exp. Ac. Sulfúrico) %	0.23	0.23	0.22	0.23	0.23	0.25	0.22	0.23	0.24	0.23	0.21	0.23

Fuente: Laboratorio QUIMICA LAB - CUSCO

El cuadro 16. Se muestra los resultados del análisis físico-químico del producto final, que fueron almacenados durante 180 días (06 meses) a temperaturas distintas. (Anexo 08). Donde se observa que existe una ligera disminución con los resultados de la muestra patrón, también mencionamos que están dentro de los parámetros establecidos por el PIN. (Anexo 09)

En comparación a investigaciones realizadas por Ruiz. R., (2011) que realizó la elaboración de cereales de desayuno a través del proceso de extrusión a partir de maíz cruda, pre-cocida, harina de torta de soya; donde sus resultados físico químicos del producto final se muestra de la siguiente forma: para la muestra 01 los valores obtenidos son: proteína total, 7.58% calcio total y 7.22 mg/100g hierro total, para 500 ml de agua. En cambio para la muestra 2 con 750 ml de agua, contiene: proteína total de 7.47%, y rancidez negativo (Pos/Neg). Por lo tanto el alimento instantáneo en estudio supera los resultados de análisis físicoquímicos almacenados a temperatura ambiente en un contenido de humedad 4.2 %, proteína total 8.3 %, carbohidratos 64.9 % durante el proceso de almacenamiento acelerado.

3.2. CUANTIFICACION DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS.

Los resultados de los compuestos bioactivos como: compuestos fenólicos totales calculados por el método Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidantes determinadas por el método ORAC de las formulaciones 1 y 2, muestras sin almacenar denominándose muestras patrón. Se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados de compuestos fenólicos y Actividad Antioxidante de las muestras patrón.

MUESTRA	COMPUESTOS FENOLICOS		ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	
	<i>mg de Folin Ciocalteu equivalente/g</i>	<i>mg de Folin Ciocalteu equivalente/100g</i>	<i>µmol trolox equivalente/g</i>	<i>µmol trolox equivalente/100g</i>
Muestra patrón F1	7.11	142.2	74.734	1494.68
Muestra patrón F2	8.545	170.9	83.417	1668.34

Fuente: LABORATORIO FITOQUIMICA UNSAAC.

Para las muestras patrón, los resultados de los compuestos fenólicos es como sigue: formulación 1, 7.11 (mg de Folin-Ciocalteu equivalente/g) y formulación 2 8.545 (mg de Folin-Ciocalteu equivalente/g). donde existe una ligera diferencia entre las formulaciones por lo que la formulación 2 tiene un valor superior a la formulación 1 que esta compuesto por los porcentajes de 40% de Cañihua, 50% de Maíz Morado y 10% Oca Negra.

Los resultados para la actividad antioxidante de las formulaciones 1 y 2 son como sigue 74.734 (µmol trolox equivalente/g) y 83.417 (µmol trolox equivalente/g) respectivamente, la formulación 2 presentó un valor superior de actividad antioxidante.

3.2.1. CUANTIFICACION DE COMPUESTOS FENOLICOS.

El efecto que se genera a través de la estabilidad de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante, en el alimento instantáneo durante su almacenamiento conduce a que se mantengan estables o varíen algunas de sus propiedades funcionales, así como puede retardarse la oxidación de algunos radicales

presentes en el alimento, ya que está compuesto por cereales y leguminosas, que presentan en mayor cantidad los compuestos bioactivos naturales.

Cuadro 18. Resultados de Compuestos Fenólicos Totales de los Tratamientos en Estudio. Muestras finales.

MUESTRA	FENOLES TOTALES	
	(mg de folin Ciocalteu equivalente/g)	(mg de folin Ciocalteu equivalente/100g)
Muestra patrón formulación 1	7.11	142.2
M. 1: (F1 - E1:amarillo - T1:5°C)	10.550	210.996
M. 2: (F1 - E1:amarillo - T2:17°C)	10.200	203.927
M. 3: (F1 - E1:amarillo - T3:40°C)	11.200	223.951
M. 4: (F1 - E2:blanco - T1:5°C)	10.200	203.998
M. 5: (F1 - E2:blanco - T2:17°C)	8.600	171.997
M. 6: (F1 - E2:blanco - T3:40°C)	11.850	236.981
Muestra patrón formulación 2	8.545	170.9
M. 7: (F2 - E1:amarillo - T1:5°C)	13.150	262.947
M. 8: (F2 - E1:amarillo - T2:17°C)	11.050	220.422
M. 9: (F2 - E1:amarillo - T3:40°C)	13.750	274.929
M. 10: (F2 - E2:blanco - T1:5°C)	14.050	280.775
M. 11: (F2 - E2:blanco - T2:17°C)	12.800	255.448
M. 12: (F2 - E2:blanco - T3:40°C)	13.400	267.904

Fuente: LABORATORIO FITOQUIMICA – IQ UNSAAC

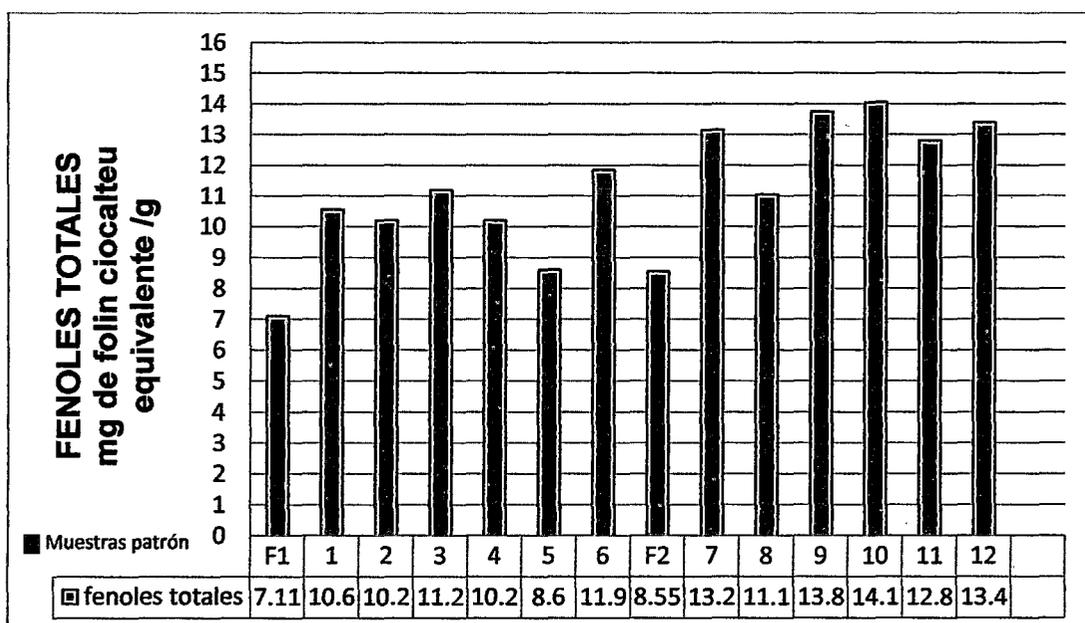
Dónde:

- Tr : Tratamientos
- F1-2: Formulación
- E1: Envase de polietileno de color amarillo
- E2: Envase de polietileno de color blanco
- T : Temperatura

El cuadro 18 muestra los resultados de los compuestos fenólicos de los tratamientos almacenados denominados muestras finales; donde el tratamiento 10

es el que obtuvo un valor más alto de 14.1 (mg de Folin-Ciocalteu equivalente/g) que corresponde a la formulación 2 (40% de cañihua, 50% de maíz morado y 10% de oca negra), envase 2 (polietileno opaco coextruido bilaminado de color blanco) y almacenado a 5°C y 48 %Humedad Relativa. Valor superior a los demás tratamientos. (Ver anexo 6).

Figura 04. Resultados de Compuestos Fenólicos Totales de los Tratamientos en Estudio. Muestras finales en comparación con las muestras patrón



Fuente. Elaboración propia

Estableciendo los valores de compuestos fenólicos totales de la muestra patrón y los tratamientos en estudio que se muestran en el cuadro 18 y la figura 04. Se observan que los compuestos fenólicos determinados por el método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g), donde los valores de la muestra patrón antes de ser almacenadas a tiempo cero: para la

formulación 1 (60%C – 20%MM – 20%ON), 7.11 (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g), ejecutando una confrontación con las Muestras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 que se incrementaron sus valores a 10.55, 10.2, 11.2, 10.2, 8.6, 11.85 (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g) respectivamente. Y se puede observar que la Muestra 6 es el que mejor presenta el contenido de compuestos fenólicos totales durante su vida útil, que pertenece a la formulación 1, envase (polietileno opaco coextruido bilaminado) y temperatura de almacenamiento durante su vida útil de 40°C y 28 %Humedad Relativa.

Los valores establecidos en la figura 04 de compuestos fenólicos totales de la muestra patrón antes de someterse al proceso de almacenamiento acelerado la formulación 2 (40%C – 50%MM – 10%O) presenta 8.55 (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g), ejecutando una comparación con las Muestras 7, 8, 9, 10,11 y 12 posteriormente de transcurrir el tiempo de vida útil donde se incrementaron sus valores a 13.15, 11.05, 13.75, 14.05, 12.8 y 13.4 (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente/g) respectivamente. Donde se puede observar que la Muestra 10 es quien mejor presenta el contenido de compuestos fenólicos totales durante su vida útil, que pertenece a la formulación 2, envase blanco (polietileno opaco coextruido bilaminado) y temperatura de almacenamiento durante su vida útil de 5°C y 48% de humedad relativa.

Certificando con los resultados obtenidos en cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales (mg de ácido gálico Equivalente/g) determinados por el método espectrofotométrico, refiere que las distintas variedades de cañihua evaluadas la variedad Cupi, contienen compuestos fenólicos totales de 2.538 (mg de ácido gálico Equivalente /g) por (*Repo Carrasco, 2008*), observando los resultados del

siguiente trabajo de investigación que son superiores a 7.11 (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente /g) a tiempo cero y muy superiores a 10.275 (mg de Folin-Ciocalteu Equivalente /g) durante su tiempo de vida útil, valor que hace entender que la cañihua en una mezcla alimenticia incrementa sus compuestos fenólicos totales durante el proceso de almacenamiento por un tiempo de seis meses a distintas temperaturas y envases; favoreciendo relativamente la estabilidad e incremento de los compuestos fenólicos totales.

Haciendo una comparación con los estudios realizados por (R. Mex-Álvarez, 2013); La variedad de maíz morado presentó la mayor cantidad de fenoles totales (144.5 mg de ácido gálico por 100 g de harina), mientras que en la investigación realizada el alimento instantáneo presenta (1668.0 mg Folin-Ciocalteu equivalente/100g) antes de su almacenamiento; lo que indica que las dos formulaciones de harina instantánea antes de ser almacenada presenta mayor cantidad durante su tiempo de vida útil.

3.2.1.1. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES.

Cuadro 19. Tratamientos en Estudio para la Cuantificación de los Compuestos Fenólicos Totales.

Formulación	F1: (60%C – 20% MM - 20%O)						F2: (40%C – 50%MM – 10% O)					
Envase	E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado			E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado		
Temperatura	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Repetición 1	8.70	10.50	10.95	10.20	9.0	11.40	12.45	11.55	13.20	15.15	13.20	13.05
Repetición 2	12.75	9.3	11.40	10.35	8.20	12.30	13.95	10.65	14.25	12.45	12.45	13.65
Repetición 3	10.20	10.80	11.25	10.05	8.55	11.85	13.05	10.95	13.80	14.55	12.75	13.50

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 19. Se observa las variables de estudio controlados como: Formulación (F1 y F2), envase (E1 y E2) y temperatura (T1, T2 y T3), para lo cual se utilizó un diseño Multi-Factor Categórico 2F X 2E X 3T obteniendo así 12 Tratamientos en estudio con tres repeticiones cada uno haciendo un total de 36 observaciones, con la finalidad de determinar la existencia de diferencia significativa entre los factores para cuantificar los compuestos fenólicos totales.

3.2.1.2. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.

El diseño es un factorial estándar que consiste en todas las combinaciones de los niveles de los factores. Señalando que existe diferencia significativa cuando ($p < 0.05$) para las formulaciones, envases y temperaturas como se muestra a continuación en el siguiente cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de Varianza para Compuestos Fenólicos Totales.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACION	60.9701	1	60.9701	85.39	0.0000
B:ENVASE	0.241736	1	0.241736	0.34	0.5661
C:TEMPERATURA	22.646	2	11.323	15.86	0.0000
AB	3.27007	1	3.27007	4.58	0.0427
AC	2.09264	2	1.04632	1.47	0.2509
BC	0.0659722	2	0.0329861	0.05	0.9549
ABC	7.15264	2	3.57632	5.01	0.0152
RESIDUOS	17.1367	24	0.714028		
TOTAL (CORREGIDO)	113.576	35			

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro 20 nos muestra que el valor-p para la formulación es inferior al nivel de significancia de 0.05, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos formulaciones. Para el caso del envase, el valor-p es superior al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que entre los dos tipos de envase no existe diferencia significativa.

Para el caso de las temperaturas, el valor-p es inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que existe diferencia significativa entre las temperaturas. Para el caso de la interacción doble de formulación por envase, el valor-p es inferior al nivel de significancia de 0.05 lo que indica que existe una interacción positiva estadísticamente significativa. Para la interacción triple formulación por envase por

temperatura, el valor-p también es menor al nivel de significancia de 0.05 lo que indica que la actividad de las variables en conjunto actúan en forma positiva.

Cuadro 21. Pruebas de Múltiple Rango para Compuestos Fenólicos Totales por Formulación. Método (HSD) de Tukey Al 99 %.

FORMULACION	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	18	13.0333	0.199169	X
1	18	10.4306	0.199169	X

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 21, se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las formulaciones F1 (60%C - 20%MM - 20%ON) y F2 (40%C - 50%MM - 10%ON) con un nivel del 99.0% de confianza en cuanto se refiere al contenido de compuestos fenólicos totales presentes en el alimento instantáneo.

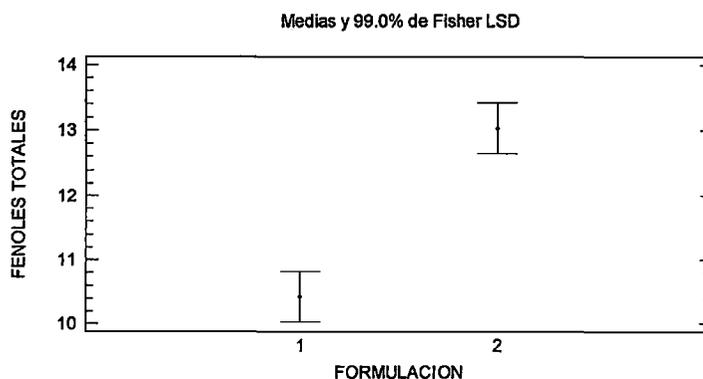
Cuadro 22. Contraste por Formulación Al 99.0% Para Los Compuestos Fenólicos Totales

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
2 - 1	*	2.60278	0.787808

* indica una diferencia significativa

El cuadro 22, muestra el resultado de la diferencia entre las medias, donde la formulación F2 presenta mayor contenido de compuestos fenólicos totales durante la vida útil del alimento a diferencia de la formulación F1 que presenta menor cantidad de compuestos fenólicos totales con una seguridad del 99%. Ya que el límite es inferior a la diferencia.

Figura 05. Figura de Medias para Compuestos Fenólicos Totales por Formulación.



En la figura 05 se muestra la diferencia estadística entre las dos formulaciones en estudio para la cantidad de los compuestos fenólicos donde la formulación 2 presenta un valor superior a diferencia de la formulación 1

Cuadro 23. Método (HSD) de Tukey al 95.0% por Temperatura.

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	12.55	0.243931	X
1	12	11.9875	0.243931	X
2	12	10.6583	0.243931	X

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 23. Se observa que las temperaturas T1 (5°C) y T3 (40°C) no presentan diferencias estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95.0% de confianza, a comparación de la temperatura T2 que si presenta diferencia estadísticamente significativa al 95.0% de confianza.

Cuadro 24. Contraste por Temperatura al 99.0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 – 2	*	1.32917	1.10745
1 – 3		-0.5625	1.10745
3 – 2	*	1.89167	1.10745

* indica una diferencia significativa.

Del análisis de contraste de múltiple de rangos se tiene que entre la temperatura T3 y T1 no existe diferencia estadística significativa en cuanto se refiere al contenido de compuestos fenólicos totales, al mismo tiempo estas dos temperaturas si son estadísticamente diferentes a la temperatura T2 con una seguridad del 99%.

3.2.2. CUANTIFICACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

En el cuadro 25, Se observa los resultados del contenido de actividad antioxidante mediante el método ORAC de los distintos tratamientos. En la presente investigación se evalúa con 12 tratamientos durante su vida útil y finalmente se determina la estabilidad de la actividad antioxidante. Todos los tratamientos poseen valores inferiores a la muestra patrón. Lo que indica que durante el proceso de almacenamiento pierde la actividad antioxidante en el alimento instantáneo. (Anexo 6).

Cuadro 25. Actividad Antioxidante de los Tratamientos en Estudio.

MUESTRA	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE <i>μmol trolox equivalente/g</i>	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE <i>μmol trolox equivalente/100g</i>
MUESTRA PATRON F1	74.734	1494.68
Tr. 1: (F1 - E1:amarillo - T1:5°C)	20.925	418.49
Tr. 2: (F1 - E1:amarillo - T2:17°C)	20.775	415.35
Tr. 3: (F1 - E1:amarillo - T3:40°C)	23.625	472.396
Tr. 4: (F1 - E1:blanco - T1:5°C)	23.550	470.971
Tr. 5: (F1 - E1:blanco - T2:17°C)	23.175	463.490
Tr. 6: (F1 - E1:blanco - T3:40°C)	24.225	484.461
MUETRA PATRON F2	83.417	1668.34
Tr. 7: (F2 - E1:amarillo - T1:5°C)	24.825	496.401
Tr. 8: (F2 - E1:amarillo - T2:17°C)	21.675	432.367
Tr. 9: (F2 - E1:amarillo - T3:40°C)	24.600	491.87
Tr. 10: (F2 - E1:blanco - T1:5°C)	23.175	463.129
Tr. 11: (F2 - E1:blanco - T2:17°C)	18.225	363.71
Tr. 12: (F2 - E1:blanco - T3:40°C)	23.625	472.329

FUENTE: Laboratorio FITOQUIMICA IQ – UNSAAC.

Dónde:

Tr: tratamientos

F1-2: formulación

E1: envase de polietileno de color amarillo

E2: envase de polietileno de color blanco

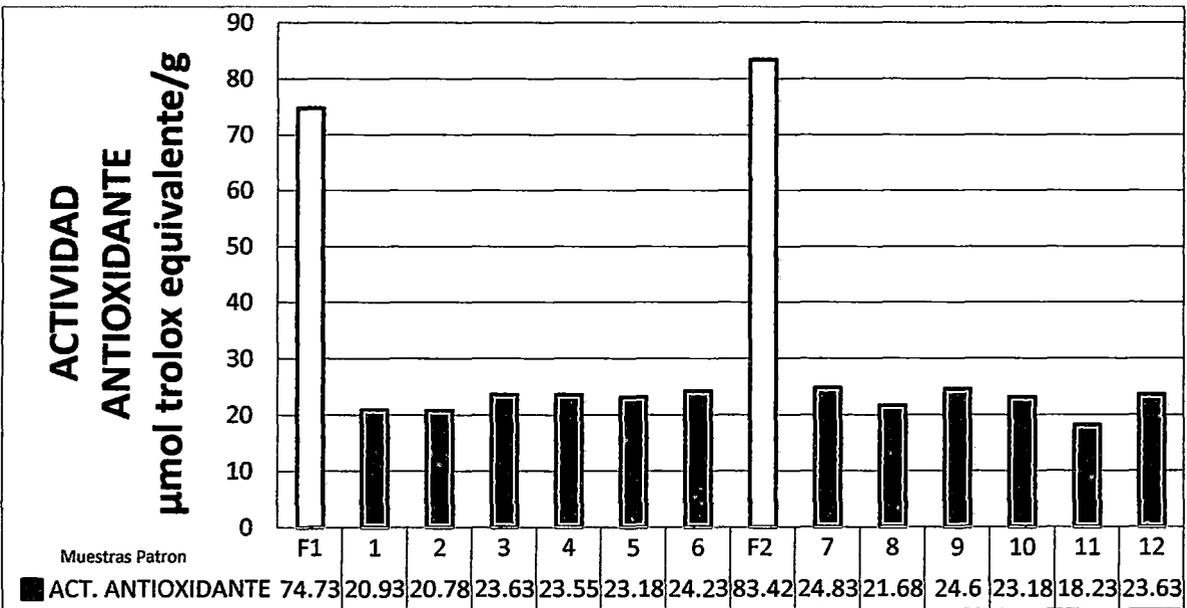
T: temperatura

Los valores de la actividad antioxidante del alimento instantáneo posteriores a la vida útil se muestran en el cuadro 25 y figura 06 donde se observa la actividad antioxidante de las muestras patrón antes de ser almacenadas y culminado la vida útil, que fue determinado por el método espectrofotométrico ORAC, estableciendo una comparación de valores de actividad antioxidante de la muestra patrón que

fueron las formulaciones 1 y 2, y las 12 tratamientos correspondientes a las dos formulaciones.

Deducimos que los 12 tratamientos que fueron sometidas a las variables de envases y temperaturas de almacenamiento, de donde se indica que durante el proceso de almacenamiento estas muestras disminuyen su contenido de actividad antioxidante en comparación a las muestras patrón, donde el contenido de actividad antioxidante es mayor a los tratamientos, así como la formulación 1 presenta un valor de 74.7 ($\mu\text{mol trolox Equivalente/g}$) y la formulación 2 presenta un valor de 83.4 ($\mu\text{mol Trolox Equivalente/g}$).

Figura 06. . Actividad Antioxidante de los Tratamientos en Estudio.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 06, se observa los valores obtenidos de la actividad antioxidante de los 12 tratamientos donde existe una diferencia de los valores, mostrándose el tratamiento 7 el valor más alto de 24.83 $\mu\text{mol trolox equivalente/g}$ y el tratamiento 11

el más bajo de 18.23 μmol trolox equivalente/g por lo cual haciendo una comparación con la muestra patrón estos resultados son inferiores lo cual indica que durante su almacenamiento se tiende a perder sus valores de actividad antioxidante.

Haciendo una comparación con el índice de rancidez del cereal de desayuno realizado por R. Ruiz, (2011) determino que después de dos, cuatro y seis meses de almacenamiento a temperatura ambiente y protegido de la luz solar, muestra un valor negativo (pos/Neg), lo que quiere decir que es apto para ser consumido ya que no presenta sabor extraño a rancidez.

Estudios realizados por (R. Carrasco & C. Encina, 2008); en un estudio de determinación de compuestos bioactivos de variedades de cañihua, fue donde la variedad cupi presentó (1165,98 μg trolox/g) de actividad antioxidante; haciendo una comparación con la presente investigación la mezcla instantánea presenta valores superiores en cuanto se refiere a la muestra patrón y mediante el proceso de almacenamiento de su vida útil el alimento disminuye el valor de actividad, antioxidante, como se puede ver en el cuadro 24.

3.2.2.1. ANALISIS ESTADISTICO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

Cuadro 26. Tratamientos para la Determinación de Actividad Antioxidante.

Formulación	F1: (60%C – 20% MM - 20%O)						F2: (40%C – 50%MM – 10% O)					
Envase	E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado			E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado		
Temperatura	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Repetición 1	20.55	19.2	24.9	20.25	22.05	22.65	24.0	21.6	24.6	22.2	18.6	24.15
Repetición 2	21.3	22.35	22.35	26.85	24.3	25.8	25.65	21.75	24.45	22.5	18.3	23.55
Repetición 3	20.85	21.6	23.55	23.4	23.85	25.2	25.05	21.75	24.45	22.5	18.3	23.55

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 26, se observa las variables de estudio controlados como: Formulación (F1 y F2), Envase (E1 y E2) y Temperatura (T1 y T2), para lo cual se utilizó un diseño factorial 2F X 2E X 3T obteniendo así 12 tratamientos en Estudio con tres repeticiones cada uno haciendo un total de 36 tratamientos, con la finalidad de determinar la existencia de diferencia significativa entre los factores para cuantificar los compuestos actividad antioxidante.

3.2.2.2. ANALISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

Es un diseño experimental el cual estima los efectos de 3 factores categóricos. El diseño es una factorial estándar que consiste en todas las combinaciones de los niveles de los factores.

Cuadro 27. Análisis de Varianza Para la Actividad Antioxidante.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:FORMULACION	0.455625	1	0.455625	0.27	0.6101
B:ENVASE	0.105625	1	0.105625	0.06	0.8057
C:TEMPERATURA	53.4087	2	26.7044	15.65	0.0000
AB	38.7506	1	38.7506	22.70	0.0001
AC	20.0512	2	10.0256	5.87	0.0084
BC	0.60875	2	0.304375	0.18	0.8378
ABC	6.86625	2	3.43312	2.01	0.1557
RESIDUOS	40.965	24	1.70687		
TOTAL (CORREGIDO)	161.212	35			

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro 27 de análisis de varianza indica que el valor-p, es mayor al nivel de significancia de 0.05 para la formulación, lo que indica que no existe diferencia estadística significativa entre las dos formulaciones.

Así mismo para el envase, el valor-p también es superior al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que para el caso de los envases también no existe diferencia estadística significativa en el comportamiento entre los dos tipos de envases.

Mientras que para la temperatura, el valor-p es inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que existe una diferencia estadística significativa entre las temperaturas en estudio.

Para la interacción A X B el valor-p es menor al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que al actuar dos fenómenos que no tienen diferencia estadística significativa al comunicarse se produce el sinergismo.

Para la interacción A X C el valor-p resulta inferior al nivel de significancia de 0.05 lo que indica que este fenómeno es gracias a la interacción de la temperatura donde la acción de los tres tipos de temperatura en estudio tiene una diferencia estadística significativa.

Cuadro 28. Método (HSD) de Tukey Al 99.0%. De Actividad Antioxidante para Formulación.

FORMULACION	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	18	22.6083	0.307939	X
1	18	22.8333	0.307939	X

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 28, indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las formulaciones F1 (60%C-20%MM-20%ON) y F2 (40%C-50%MM-10%ON) en cuanto se refiere al contenido de actividad antioxidante en el alimento instantáneo, con un nivel del 99.0% de confianza.

Cuadro 29. Contraste Por Formulación al 99.0% de Actividad Antioxidante.

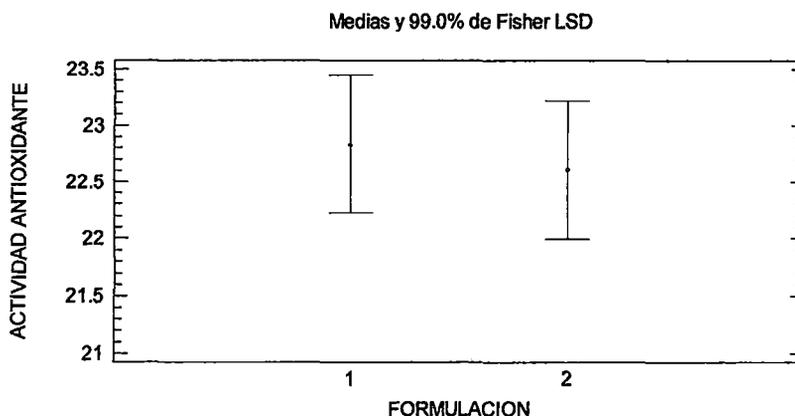
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 – 2		0.225	1.21805

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro 29, muestra el análisis de contraste de múltiple de rangos se tiene que entre las dos formulaciones no existe diferencia estadística significativa en

cuanto se refiere al contenido de actividad antioxidante durante el proceso de almacenamiento acelerado con una seguridad del 99.0%. Ya que el límite es superior a la diferencia.

Figura 07. Figura de Medias para Actividad Antioxidante. Por Formulación.



En la figura 07, se muestra la diferencia de la formulación en la cantidad de la actividad antioxidante donde la formulación 1 es superior en una mínima diferencia a la formulación 2

Cuadro 30. Prueba de Múltiple Rangos para Actividad Antioxidante, Método (Hsd) de Tukey al 95.0%. Por Temperatura.

TEMPERATURA	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	24.1	0.377147	X
1	12	22.925	0.377147	X
2	12	21.1375	0.377147	X

Del cuadro 30, indicamos que entre las temperaturas T3 (40°C) y T1(5°C) no existe diferencia estadísticamente significativa, en cambio la temperatura T2

(17°C) si presenta diferencia estadísticamente significativa de las temperaturas T3 y T1 a un nivel del 95% de confianza.

Cuadro 31. Contraste por Temperatura al 99.0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 – 2	*	1.7875	1.71225
1 – 3		-1.175	1.71225
3 – 2	*	2.9625	1.71225

* indica una diferencia significativa.

Del cuadro 31, se menciona que las temperaturas T1 y T3 son iguales estadísticamente significativas por lo que la diferencias de estas temperaturas es inferior al límite respectivo y además a estas dos temperaturas se conservan mejor los antioxidantes, y la diferencia con la temperatura T2 es superior al límite por lo que a la temperatura T2 no permanecen estables los antioxidantes del alimento instantáneo durante su vida útil en un nivel del 95 y 99% de confianza.

3.3. DETERMINACION DE VIDA UTIL DEL ALIMENTO.

3.3.1. PREDICCIÓN DE VIDA UTIL DEL ALIMENTO INSTANTANEO A TRAVES DEL MODELO ARRHENIUS.

La predicción de la vida útil de los alimentos se realizó mediante el método de Arrhenius para cada una de las temperaturas de almacenamiento, se hizo una regresión lineal de los valores de índice de peróxidos con el tiempo de almacenamiento.

En el cuadro 32 se muestran los resultados de índice de peróxidos para las 12 tratamientos correspondientes a las 2 formulaciones F1(60%C-20%MM-20%ON) y F2(40%C-50%MM-10%ON), en estudio a diferentes temperaturas de 5°C y 48%HR, 17°C y 54%HR y 40°C y 28%HR, distintos tipos de envase E1: polietileno de aluminio laminado y E2: polietileno opaco coextruido bilaminado; que fueron controlados a 0, 2, 4 y 6 meses de almacenamiento para determinar la predicción de vida útil por el método de Arrhenius.

Cuadro 32: Resultado de los Índice de Peróxidos para predicción la vida útil del alimento instantáneo.

FORMULACION		F1 (60%C – 20%MM – 20%O)						F2 (40%C – 50%MM – 10%O)					
ENVASE		E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado			E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado		
TEMPERATURA		5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C
TRATAMIENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tiempo de almacenamiento (meses)	0	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
	2	0.77	0.79	0.83	0.76	0.81	0.85	0.79	0.83	0.84	0.78	0.81	0.85
	4	0.80	0.84	0.95	0.79	0.86	0.96	0.81	0.88	0.93	0.83	0.87	0.96
	6	0.87	0.98	1.34	0.89	0.99	1.32	0.91	1.01	1.43	0.91	1.08	1.54
	PROMEDIO	0.795	0.8375	0.965	0.795	0.85	0.968	0.81	0.862	0.982	0.81	0.87	1.02

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 32; muestra los valores de índice de peróxidos controlados a través del tiempo para el alimento instantáneo, donde la formulación 1 y 2, empacado en envases de polietileno de aluminio laminado y polietileno opaco coextruido bilaminado respectivamente. Gráficamente se encontró que los datos del seguimiento de índice de peróxidos en función del tiempo se ajustan mejor a una reacción de orden cero.

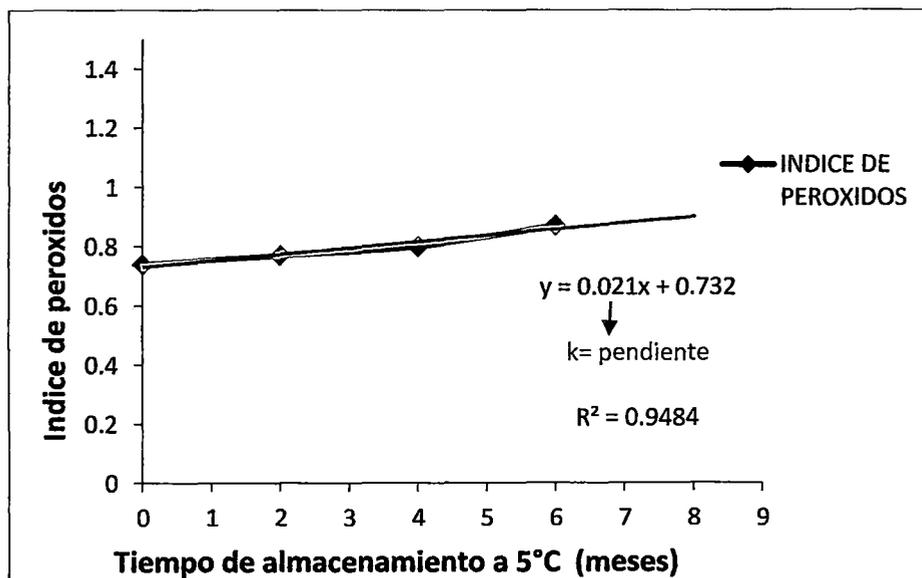
Cuadro 33: índice de peróxidos para la formulación 1 empacados en envase de polietileno de aluminio laminado.

5°C		17°C		40°C	
Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos
0	0.74	0	0.74	0	0.74
2	0.77	2	0.79	2	0.83
4	0.80	4	0.84	4	0.95
6	0.87	6	0.98	6	1.34

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 33 se muestra resultados de índice de peróxidos para las muestras de la formulación F1, que fueron almacenadas durante 6 meses en envase polietileno de aluminio laminado a temperaturas de 5°C, 17°C y 40°C. Las cuales corresponden a los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente.

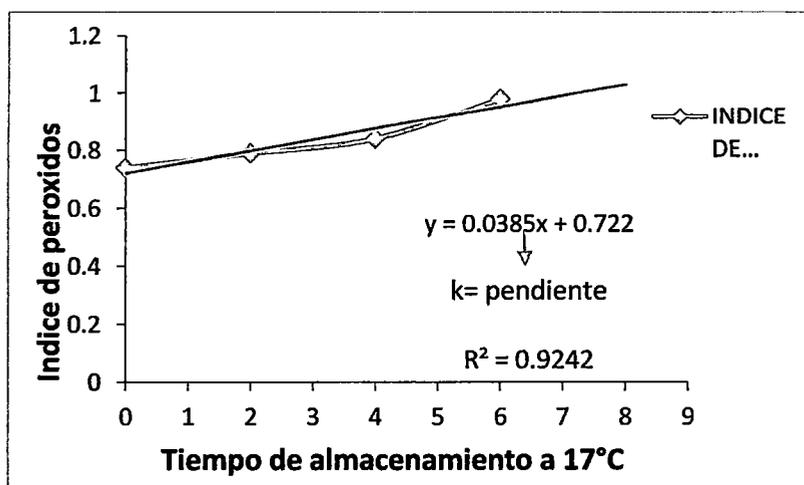
Figura 08. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para 5°C para el tratamiento 1



Fuente: Elaboración propia.

La figura 08 se muestra la correlación lineal correspondiente a 5°C del tratamiento 1 a partir de los datos del cuadro 33, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

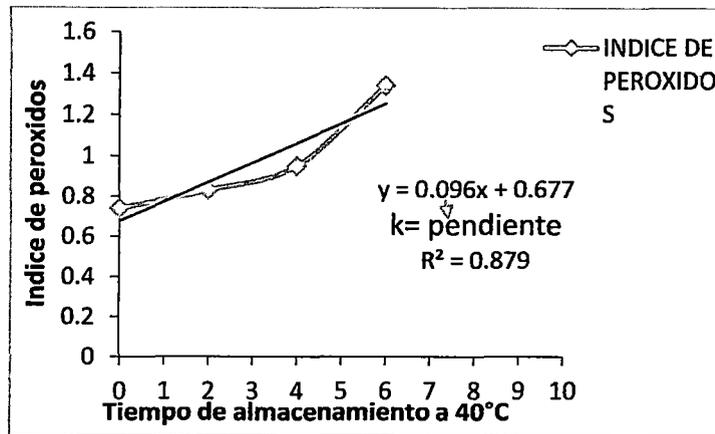
Figura 09. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 2 a 17°C



Fuente: elaboración propia.

La figura 09 se muestra la correlación lineal correspondiente a 17°C del tratamiento 02 a partir de los datos del cuadro 33, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Figura 10. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para tratamiento 3 a 40°C



Fuente: Elaboración propia.

La figura 10 se muestra la correlación lineal correspondiente a tratamiento 3 a 40°C a partir de los datos del cuadro 33, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

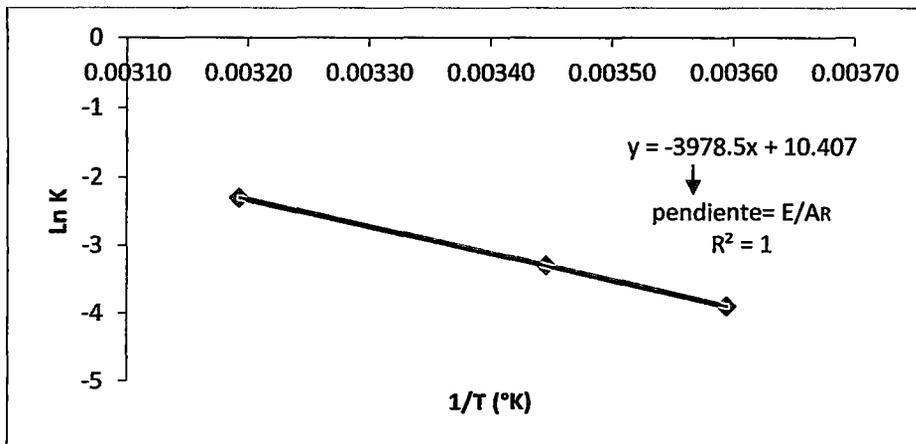
Cuadro 34: Resultados de constantes de velocidad de reacción para la (F1; envase polietileno de aluminio laminado).

T(°C)	T (°K)	1/T (°K)	K	Ln K
5	278.15	0.00360	0.021	-3.9
17	290.15	0.00345	0.0385	-3.3
40	313.15	0.00319	0.096	-2.3

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 34 nos muestra las constantes de velocidad de reacción y Ln K obtenidas de las pendientes para cada temperatura de 5°C, 17°C Y 40°C correspondientes a los tratamientos 1,2 y 3.

Figura 11. Logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura



Fuente: Elaboración propia

A partir de la pendiente de este gráfico y del término independiente se calcula la energía de activación y el factor pre exponencial.

$$E_A = 3978.5 * R = 3978.5 * 1.986 \text{ Cal/mol} = 7901.3 \text{ Cal/mol}$$

$$k_0 = e^{10.407} = 33090.45 \text{ (meses)}^{-1}$$

La solución de la ecuación de primer orden, de la revisión bibliográfica para n igual a 1 y haciendo A igual a IP, da como resultado la siguiente expresión:

$$\text{Ln} \left(\frac{IP}{IP_0} \right) = k * t \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (3.1)}$$

En esta ecuación puede resolverse para calcular el tiempo necesario para que el índice de peróxidos llegue a cierto valor inaceptable a cierta temperatura. Los valores de energía de activación y factor pre exponencial calculados anteriormente permiten calcular el valor de la constante de reacción a 5°C, 17°C y 40°C.

$$k_{5^{\circ}\text{C}} = 33090.45 * e^{\frac{-7901.3}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15} - \frac{1}{5^{\circ}\text{C}} \right)$$

$$k_{5^{\circ}\text{C}} = 33090.45 * e^{\frac{-7901.3}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 5^{\circ}\text{C}} \right)$$

$$k_{5^{\circ}\text{C}} = 0.021 \text{ meses}^{-1}$$

Los valores de energía de activación y factor pre exponencial calculados anteriormente permiten calcular el valor de la constante de reacción para 17°C y 40 °C:

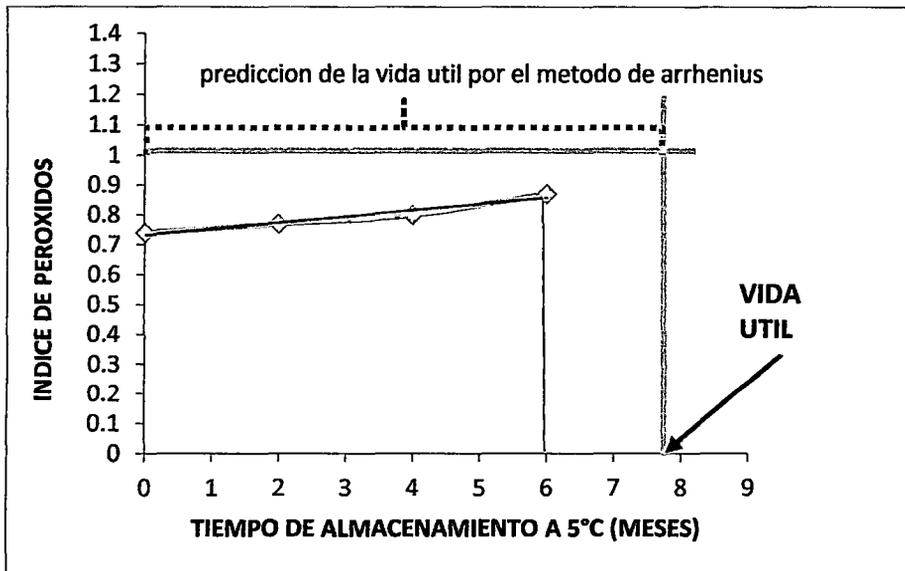
$$k_{17^{\circ}\text{C}} = 33090.45 * e^{\frac{-7901.3}{1.986}} \left(\frac{1}{273,15* 17^{\circ}\text{C}} \right) = 0.0367 \text{ meses}^{-1}$$

$$k_{40^{\circ}\text{C}} = 33090.45 * e^{\frac{-7901.3}{1.986}} \left(\frac{1}{273,15* 40^{\circ}\text{C}} \right) = 0.1 \text{ meses}^{-1}$$

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.74 y 0.87 respectivamente y resolviendo para $t_{5^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{5^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{0.87}{0.74}\right)}{0.021 \text{ meses}} = 7.7068 \text{ meses}$$

Figura 12. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 1 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.



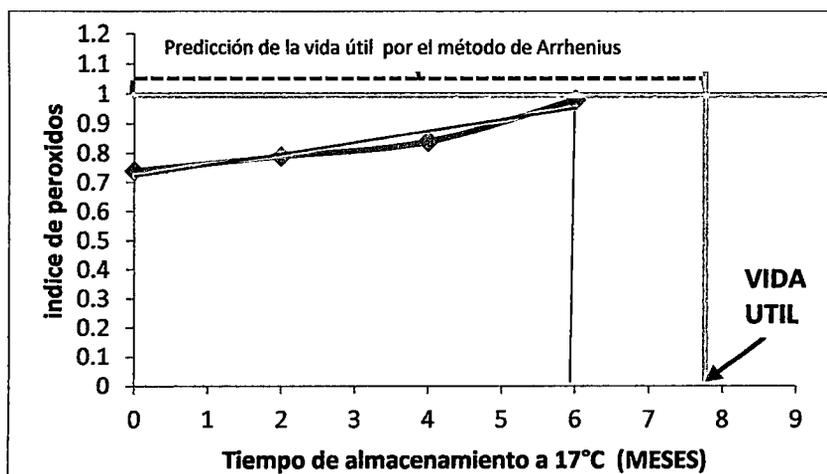
Fuente: Elaboración propia

De la figura 12, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 1: es de 7.7068 meses (231 días) a una temperatura de 5°C y 48%HR y envase polietileno de aluminio laminado, en el cual el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello que el tratamiento 1 es apto para el consumo humano por que se encuentra dentro de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) Con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.74 y 0.98 resolviendo para tiempo a 17°C se tiene que:

$$t_{17^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{0.98}{0.74}\right)}{0.0367 \text{ meses}} = 7.654 \text{ meses}$$

Figura 13. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 2 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.



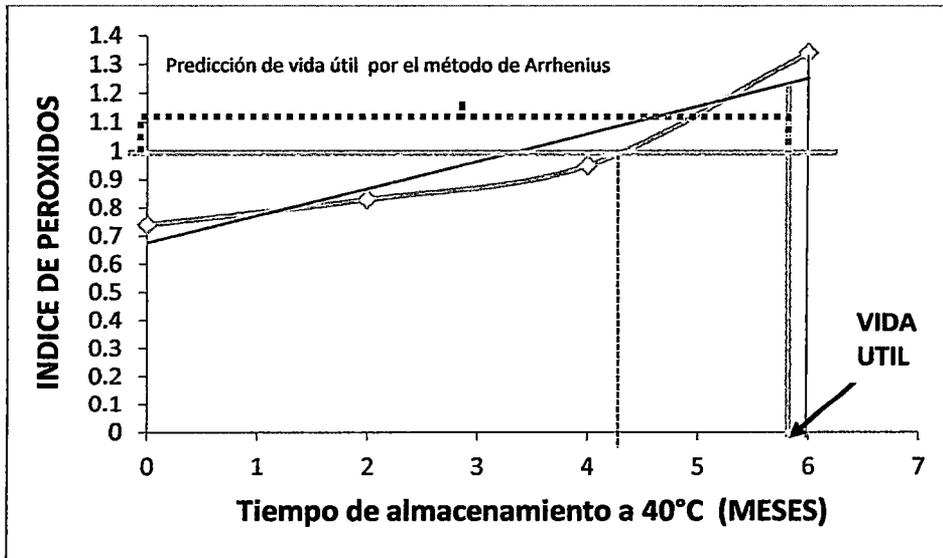
Fuente: Elaboración propia

De la figura 13, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 2: es de 7.654 meses (229 días) a una temperatura de 17°C y 54%HR y envase polietileno de aluminio laminado, pero en el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 2 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) Con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.74 y 1.34 respectivamente, resolviendo para tiempo a 40°C se tiene que:

$$t_{40^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{1.34}{0.74}\right)}{0.1 \text{ meses}} = 5.937 \text{ meses}$$

Figura 14. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 3 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.



De la figura 14, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 3: es de 5.937 meses (177 días) a una temperatura de 40°C y 28%HR y envase polietileno de aluminio laminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 3 no es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

- ✓ Los datos cinéticos de IP en función del tiempo se ajustaron mejor a un modelo cinético de primer orden que a uno de orden cero, lo cual se determinó con el factor de correlación encontrado para cada ajuste mostrando que para la cinética de primer orden este factor fue más cercano a uno.

Cuadro 35. Resultado de la predicción de vida útil para la F1 y envase polietileno de aluminio laminado.

Tratamientos	Temperatura (°C)	Vida útil (meses)
1	5	7.70
2	17	7.65
3	40	5.93

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 35, se observa que el tratamiento 1 presenta mayor tiempo de vida útil a la T5°C, seguido del tratamiento 2 que predice 7.65 meses a la T17°C y el tratamiento 3 que predice 5.93 meses menor tiempo de vida útil a la T40°C, para el alimento instantáneo; correspondientes a la formulación 1 (60%C-20%MM-20%ON) y envase polietileno de aluminio laminado.

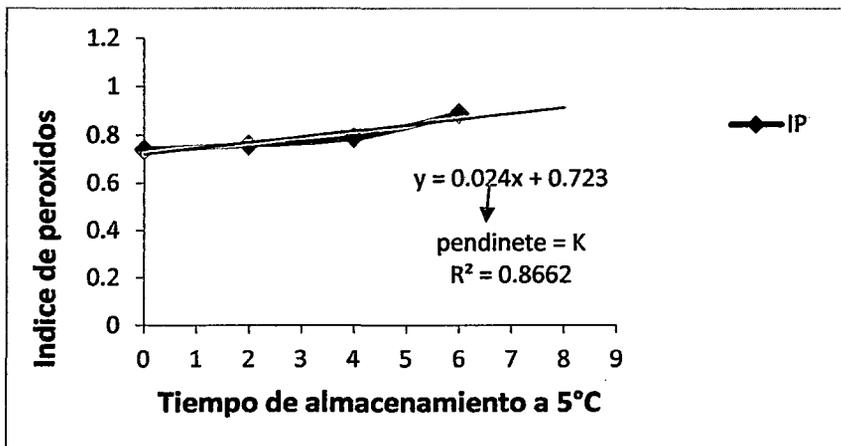
Cuadro 36. Índice de peróxidos para la formulación 1 empacados en envase de polietileno opaco coextruido bilaminado.

5°C		17°C		40°C	
Tratamiento 4		Tratamiento 5		Tratamiento 6	
Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos
0	0.74	0	0.74	0	0.74
2	0.76	2	0.81	2	0.85
4	0.79	4	0.86	4	0.96
6	0.89	6	0.99	6	1.32

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 36, se muestra resultados de índice de peróxidos para los tratamientos 4, 5 y 6 de la formulación F1, que fueron almacenadas durante 6 meses en envase polietileno opaco coextruido bilaminado a temperaturas de 5°C, 17°C y 40°C.

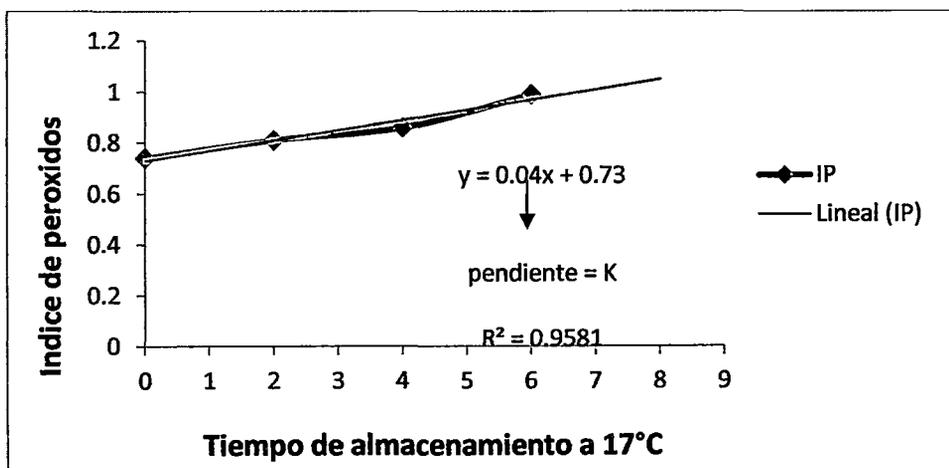
Figura 15: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 4 a 5°C



Fuente: Elaboración propia

La figura 15, muestra la correlación lineal correspondiente al tratamiento 4 a 5°C a partir de los datos del cuadro 36, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

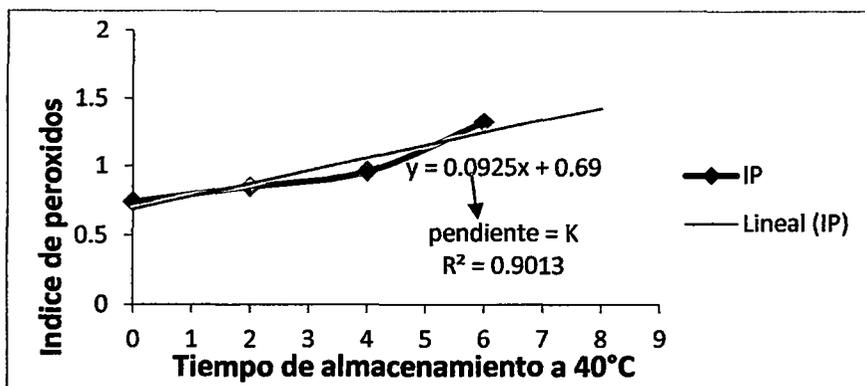
Figura 16. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 5 a 17°C



Fuente: Elaboración propia

La figura 16, se muestra la correlación lineal correspondiente al tratamiento 5 a 17°C a partir de los datos del cuadro 36, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Figura 17. Índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 6 a 40°C



Fuente: Elaboración propia

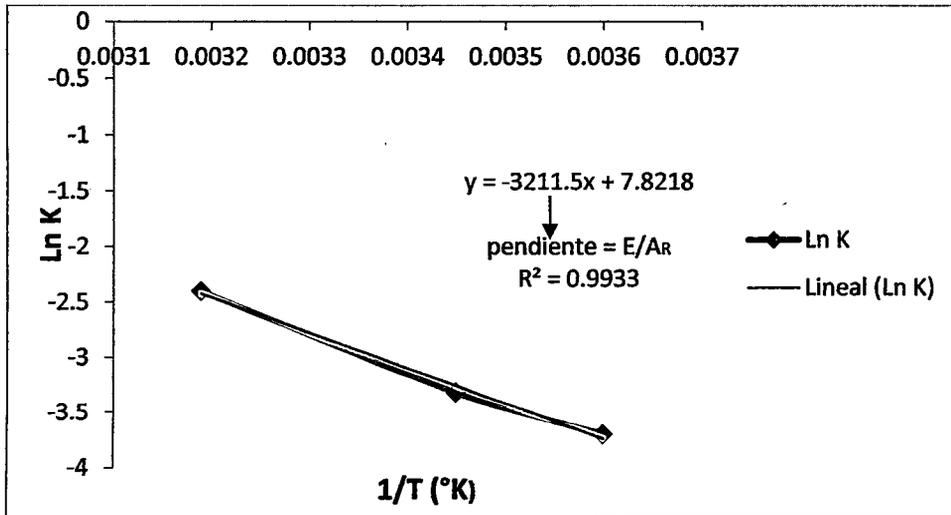
La figura 17, se muestra la correlación lineal correspondiente al tratamiento 6 a 40°C a partir de los datos del cuadro 36, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Cuadro 37. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la (F1; envase polietileno opaco coextruido bilaminado)

T(°C)	T (°K)	1/T (°K)	K	Ln K
5	278.15	0.00360	0.024	-3.7
17	290.15	0.00345	0.04	-3.2
40	313.15	0.00319	0.0925	-2.4

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura para los tratamientos 4, 5 y 6.



Fuente: Elaboración propia

A partir de la pendiente de este gráfico y del término independiente se calcula la energía de activación y el factor pre exponencial.

$$E_A = 3211.5 * R = 3211.5 * 1.986 \text{ Cal/mol} = 6378.039 \text{ Cal/mol}$$

$$t_0 = e^{7.8218} = 2494.39 \text{ (meses)}^{-1}$$

Los valores de energía de activación y factor preexponencial calculado anteriormente permiten calcular el valor de la constante de reacción a 5°C, 17° y 40°C.

$$k_{5^\circ\text{C}} = 2494.39 * e^{\frac{-6378.039}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 5^\circ\text{C}} \right) = 0.024 \text{ meses}^{-1}$$

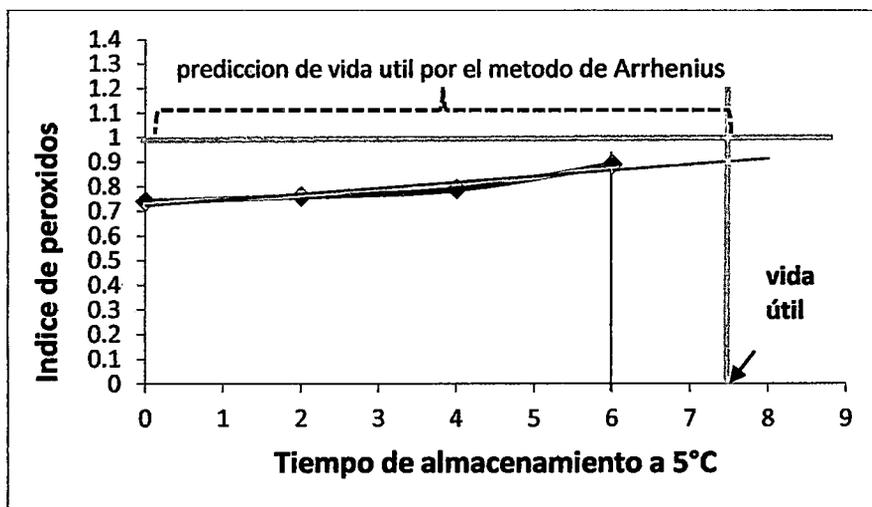
$$k_{17^\circ\text{C}} = 2494.39 * e^{\frac{-6378.039}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 17^\circ\text{C}} \right) = 0.039 \text{ meses}^{-1}$$

$$k_{40^\circ\text{C}} = 2494.39 * e^{\frac{-6378.039}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 40^\circ\text{C}} \right) = 0.087 \text{ meses}^{-1}$$

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.74 y 0.89 respectivamente para el tratamiento 4 y resolviendo para $t_{5^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{5^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{0.89}{0.74}\right)}{0.024\text{meses}} = 7.69 \text{ meses}$$

Figura 19. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 4 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.



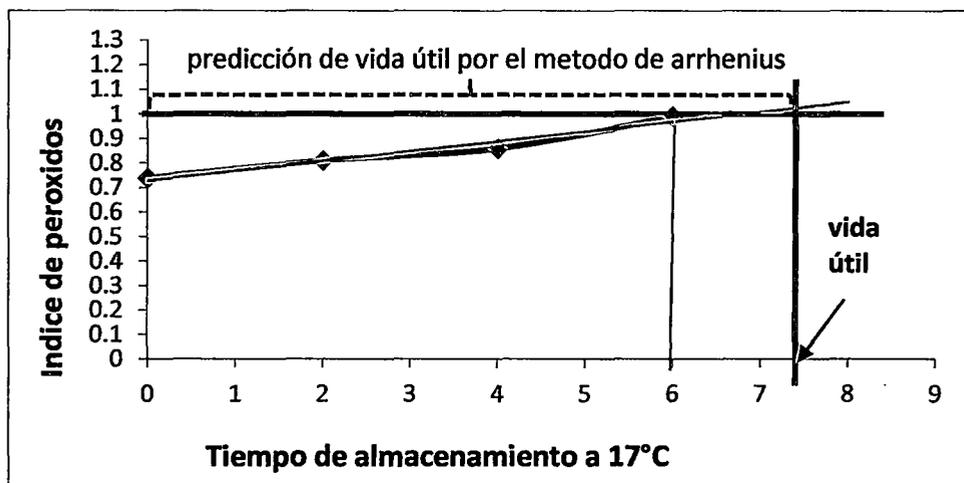
Fuente: Elaboración propia

De la figura 19, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 4: es de 7.69 meses (230.7 días) a una temperatura de 5°C y 48%HR y envase polietileno opaco coextruido bilaminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 4 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.74 y 0.99 respectivamente para el tratamiento 5 y resolviendo para $t_{17^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{17^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{0.99}{0.74}\right)}{0.039\text{meses}} = 7.46 \text{ meses}$$

Figura 20. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 5 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.



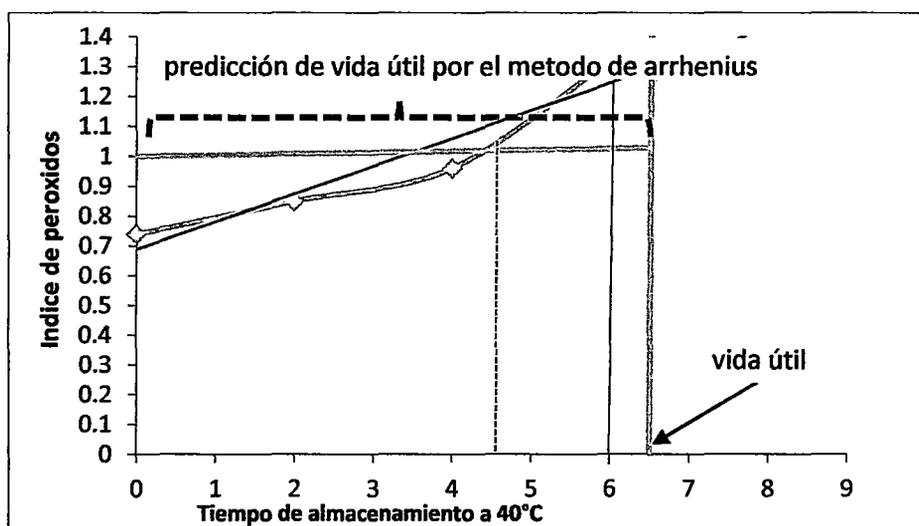
Fuente: Elaboración propia

De la figura 20, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 5: es de 7.46 meses (223.8 días) a una temperatura de 17°C y 54%HR y envase polietileno opaco coextruido bilaminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 5 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.74 y 1.32 respectivamente para el tratamiento 6 y resolviendo para $t_{40^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{40^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{1.32}{0.74}\right)}{0.087\text{meses}} = 6.65 \text{ meses}$$

Figura 21. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 6 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.



Fuente: Elaboración propia

De la figura 21, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 6: es de 6.65 meses (199.5 días) a una temperatura de 40°C y 28%HR y envase polietileno opaco coextruido bilaminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello que el tratamiento 6 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Cuadro 38. Resultado de la predicción de vida útil para la F1 y envase polietileno laminado opaco coextruido.

Tratamientos	Temperatura (°C)	Vida útil (meses)
4	5	7.69
5	17	7.46
6	40	6.65

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 38, se observa que el tratamiento 4 presenta mayor tiempo de vida útil a la T5°C, seguido del tratamiento 5 que predice 7.46 meses a la T17°C y el tratamiento 6 que predice 6.65 meses menor tiempo de vida útil a la T40°C, para el alimento instantáneo; correspondientes a la formulación 1 (60%C-20%MM-20%ON) y envase polietileno opaco coextruido bilaminado.

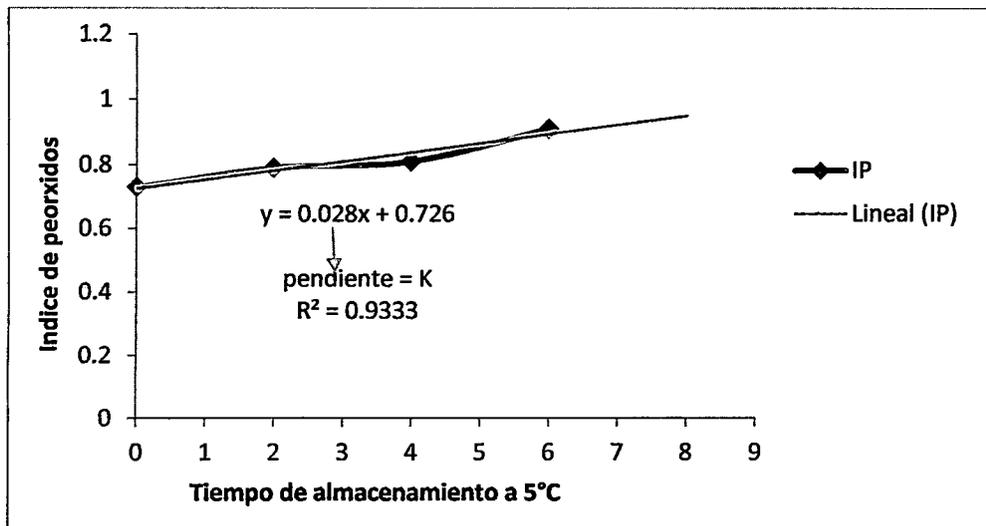
Cuadro 39. Índice de peróxidos para la formulación 2 empacados en envase De polietileno de aluminio laminado.

5°C		17°C		40°C	
Tratamiento 7		Tratamiento 8		Tratamiento 9	
Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos
0	0.73	0	0.73	0	0.73
2	0.79	2	0.83	2	0.84
4	0.81	4	0.88	4	0.93
6	0.91	6	1.01	6	1.43

Fuente: Elaboración propia

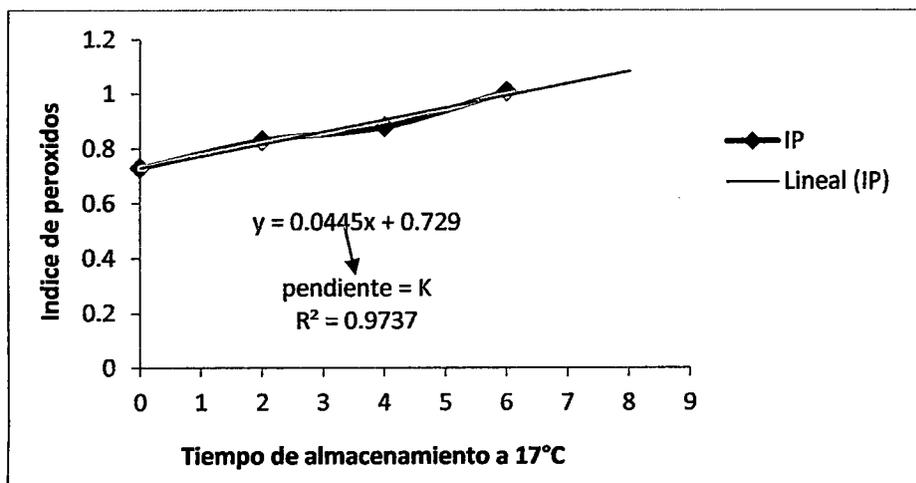
En el cuadro 39, se muestra resultados de índice de peróxidos para las muestras de la formulación F2 (40%C-50%MM-10%ON), que fueron almacenadas durante 6 meses y envasados en envase polietileno de aluminio laminado a temperaturas de 5°C, 17°C y 40°C.

Figura 22: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 7 almacenado a 5°C



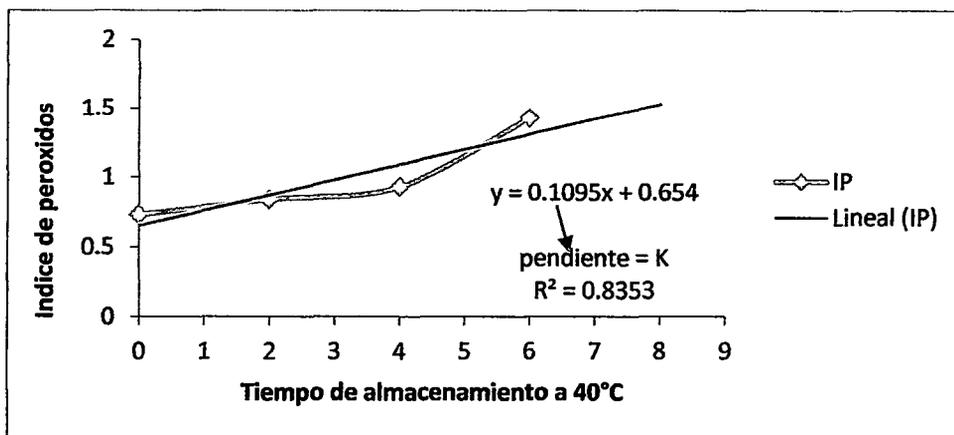
La figura 22, muestra la correlación lineal correspondiente al tratamiento 7 almacenado a 5°C a partir de los datos del cuadro 39, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Figura 23: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 8 almacenado a 17°C



La figura 23, se muestra la correlación lineal correspondiente al tratamiento 8 almacenado a 17°C a partir de los datos del cuadro 39, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Figura 24: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para el tratamiento 9 almacenado a 40°C



Fuente: Elaboración propia

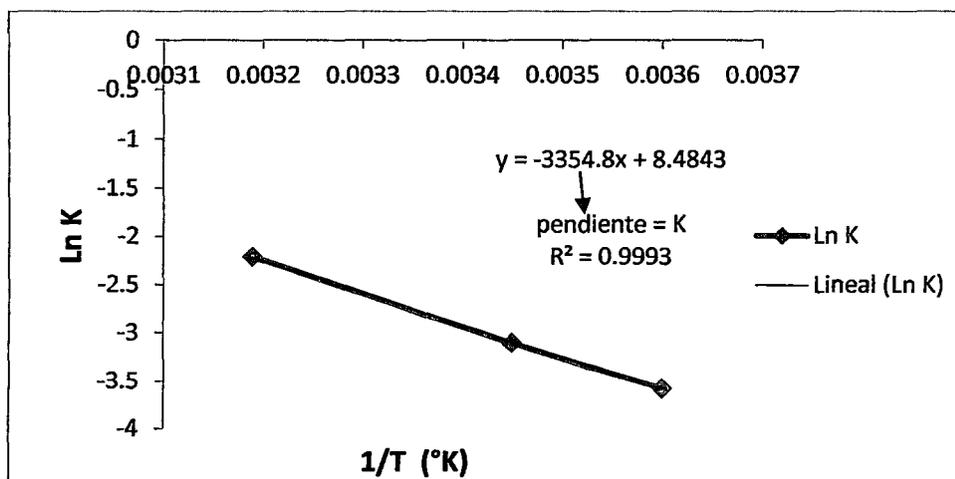
La figura 24 se muestra la correlación lineal correspondiente al tratamiento 9 almacenado a 40°C a partir de los datos del cuadro 39, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Cuadro 40. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la (F2; envase polietileno de aluminio laminado).

T(°C)	T (°K)	1/T (°K)	K	Ln K
5	278.15	0.00360	0.028	-3.58
17	290.15	0.00345	0.0445	-3.11
40	313.15	0.00319	0.1095	-2.21

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura para los tratamientos 7, 8 y 9.



Fuente: Elaboración propia

A partir de la pendiente de este gráfico y del término independiente se calcula la energía de activación y el factor pre exponencial.

$$E_A = 3354.8 * R = 3354.8 * 1.986 \text{ Cal/mol} = 6662.6328 \text{ Cal/mol}$$

$$t_0 = e^{8.4843} = 4838.21 \text{ (meses)}^{-1}$$

Los valores de energía de activación y factor pre exponencial calculado anteriormente permiten calcular el valor de la constante de reacción a 5°C, 17° y 40°C.

$$k_{5^\circ\text{C}} = 4838.21 * e^{\frac{-6662.6328}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 5^\circ\text{C}} \right) = 0.028 \text{ meses}^{-1}$$

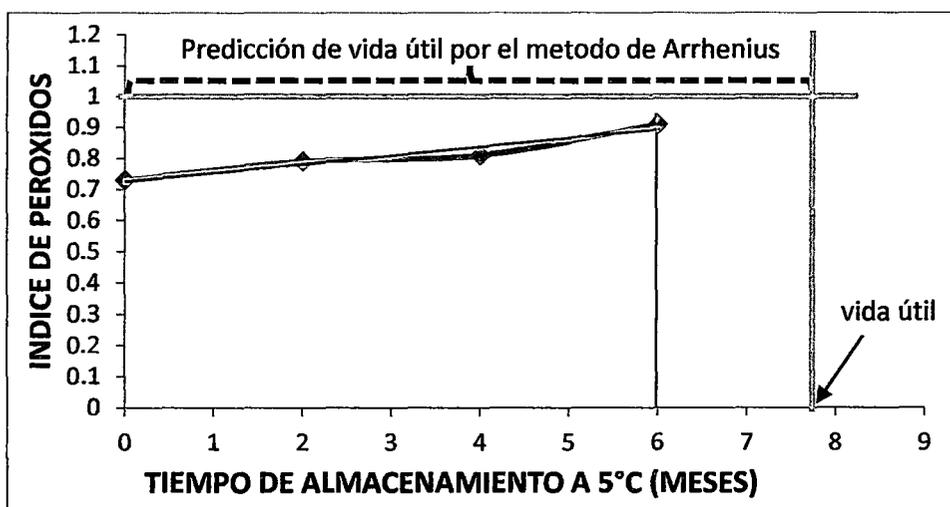
$$k_{17^\circ\text{C}} = 4838.21 * e^{\frac{-6662.6328}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 17^\circ\text{C}} \right) = 0.046 \text{ meses}^{-1}$$

$$k_{40^\circ\text{C}} = 4838.21 * e^{\frac{-6662.6328}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 40^\circ\text{C}} \right) = 0.107 \text{ meses}^{-1}$$

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.73 y 0.91 respectivamente para el tratamiento 7 y resolviendo para $t_{5^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{5^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{0.91}{0.73}\right)}{0.028\text{meses}} = 7.87 \text{ meses}$$

Figura 26. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 7 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.



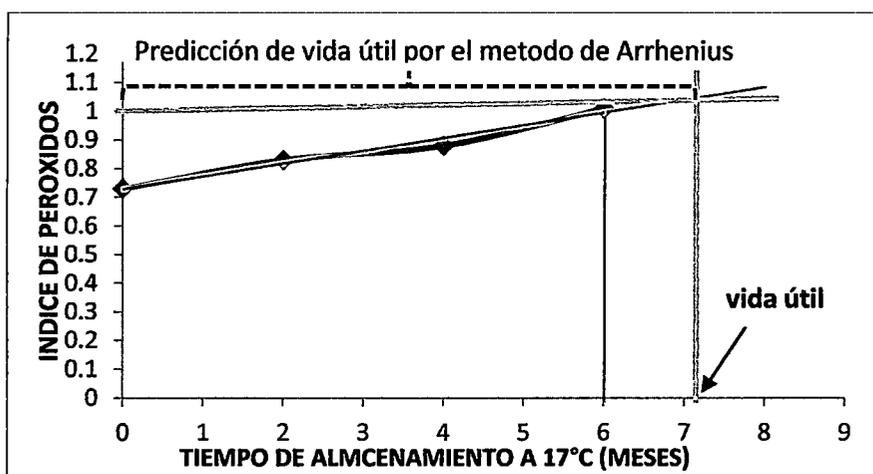
Fuente: Elaboración propia

De la figura 26, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 7: es de 7.87 meses (236.1 días) a una temperatura de 5°C y 48%HR y envase polietileno de aluminio laminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 7 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.73 y 1.01 respectivamente para el tratamiento 8 y resolviendo para $t_{17^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{17^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{1.01}{0.73}\right)}{0.046\text{meses}} = 7.05 \text{ meses}$$

Figura 27. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 8 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.



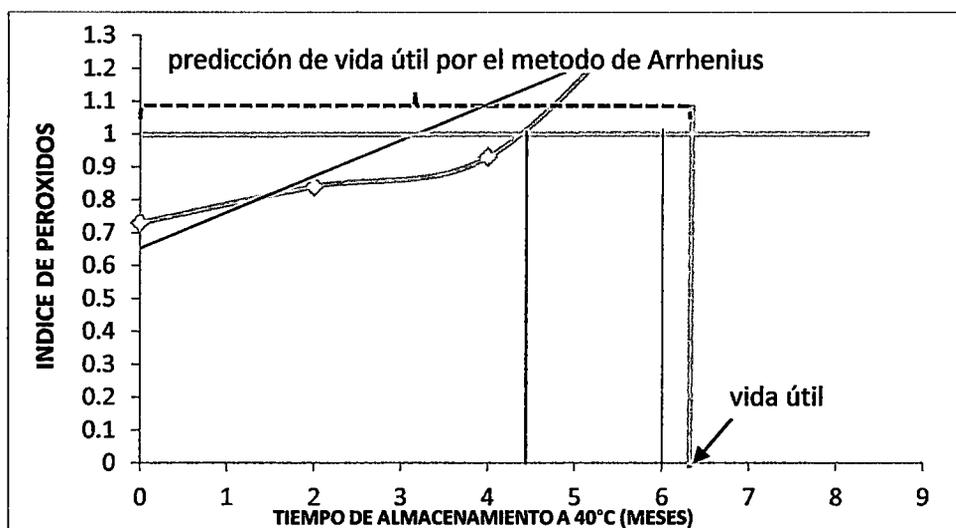
Fuente: Elaboración propia

De la figura 27, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 8: es de 7.05 meses (211.5 días) a una temperatura de 17°C y 54%HR y envase polietileno de aluminio laminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 8 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.73 y 1.43 respectivamente para el tratamiento 9 y resolviendo para $t_{40^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{40^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{1.43}{0.73}\right)}{0.107\text{meses}} = 6.28 \text{ meses}$$

Figura 28. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 9 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.



Fuente: Elaboración propia

De la figura 28, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 9: es de 6.28 meses (188.4 días) a una temperatura de 40°C y 28%HR y envase polietileno de aluminio laminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello que el tratamiento 9 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Cuadro 41. Resultado de la predicción de vida útil para la F2 y envase polietileno de aluminio laminado.

Tratamientos	Temperatura (°C)	Vida útil (meses)
7	5	7.87
8	17	7.05
9	40	6.28

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 41, se observa que el tratamiento 7 presenta mayor tiempo de vida útil a la T5°C, seguido del tratamiento 8 que predice 7.05 meses a la T17°C y el tratamiento 9 que predice 6.28 meses menor tiempo de vida útil a la T40°C, para el alimento instantáneo; correspondientes a la formulación 2 (40%C-50%MM-10%ON) y envase polietileno de aluminio laminado.

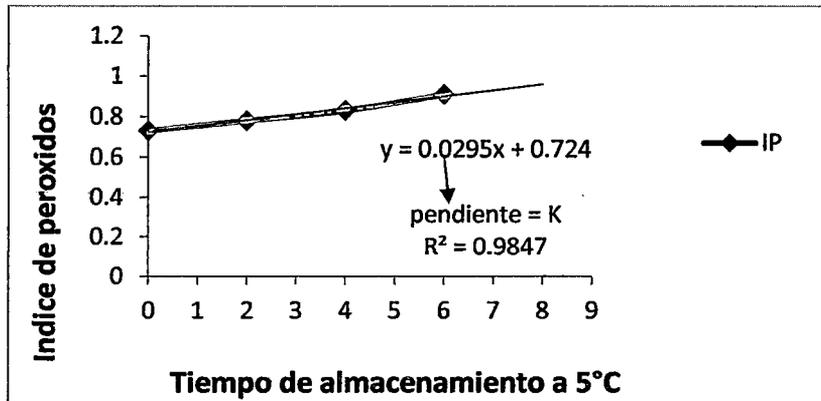
Cuadro 42. Índice de peróxidos para la formulación empacados en envase de polietileno opaco coextruido bilaminado.

5°C		17°C		40°C	
Tratamiento 10		Tratamiento 11		Tratamiento 12	
Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos	Tiempo (meses)	Índice de peróxidos
0	0.73	0	0.73	0	0.73
2	0.78	2	0.81	2	0.85
4	0.83	4	0.87	4	0.96
6	0.91	6	1.08	6	1.54

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 42, se muestra resultados de índice de peróxidos para las muestras de la formulación F2 (40%C-50%MM-10%ON), que fueron almacenadas durante 6 meses en envase polietileno opaco coextruido bilaminado a temperaturas de 5°C, 17°C y 40°C.

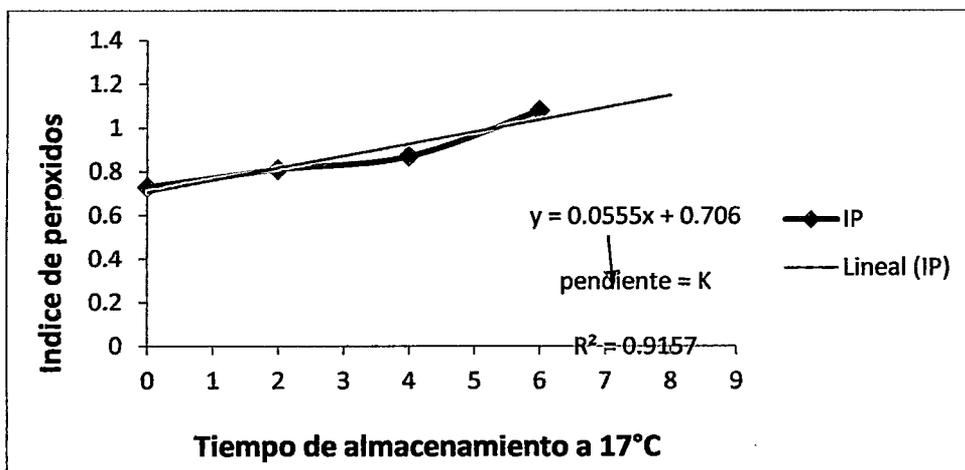
Figura 29: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para 5°C



Fuente: Elaboración propia

La figura 29, se muestra la correlación lineal correspondiente a 5°C a partir de los datos del cuadro 42, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

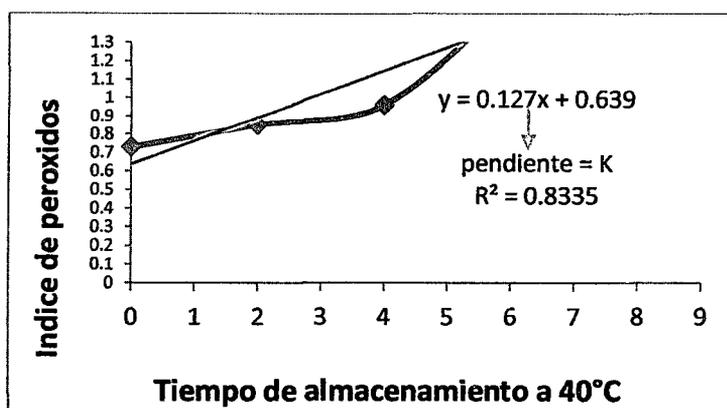
Figura 30: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para 17°C



Fuente: Elaboración propia

La figura 30 se muestra la correlación lineal correspondiente a 17°C a partir de los datos del cuadro 42, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Figura 31: índice de peróxidos en función del tiempo de almacenamiento para 40°C



Fuente: Elaboración propia

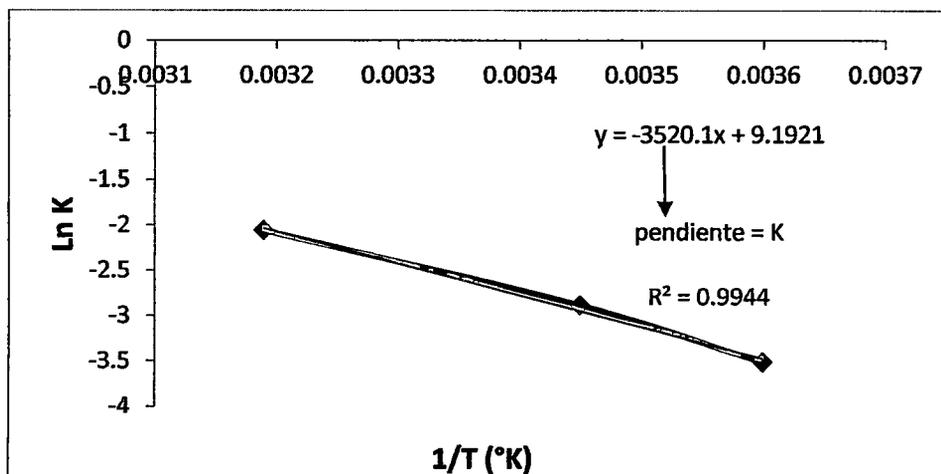
La figura 31 se muestra la correlación lineal correspondiente a 40°C a partir de los datos del cuadro 42, el valor de interés de esta correlación es la pendiente de la recta que es la constante de velocidad de reacción.

Cuadro 43. Resultados de constantes de velocidad de reacción para la F2; envase polietileno opaco coextruido bilaminado.

T(°C)	T (°K)	1/T (°K)	K	Ln K
5	278.15	0.00360	0.0295	-3.52
17	290.15	0.00345	0.0555	-2.89
40	313.15	0.00319	0.127	-2.06

Fuente: Elaboración propia

Figura 32: logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura para los tratamientos 10, 11 Y 12



A partir de la pendiente de este gráfico y del término independiente se calcula la energía de activación y el factor pre exponencial.

$$E_A = 3520.1 * R = 3520.1 * 1.986 \text{ Cal/mol} = 6990.9186 \text{ Cal/mol}$$

$$t_0 = e^{9.1921} = 9819.25 \text{ (meses)}^{-1}$$

Los valores de energía de activación y factor pre exponencial calculado anteriormente permiten calcular el valor de la constante de reacción a 5°C, 17° y 40°C.

$$k_{5^\circ\text{C}} = 9819.25 * e^{\frac{-6990.9186}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 5^\circ\text{C}} \right) = 0.031 \text{ meses}^{-1}$$

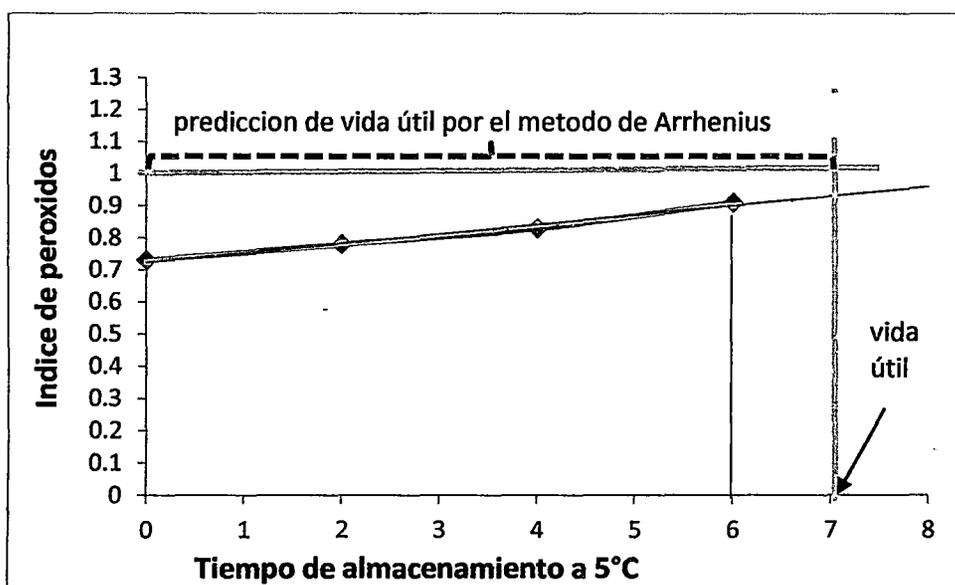
$$k_{17^\circ\text{C}} = 9819.25 * e^{\frac{-6990.9186}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 17^\circ\text{C}} \right) = 0.053 \text{ meses}^{-1}$$

$$k_{40^\circ\text{C}} = 9819.25 * e^{\frac{-6990.9186}{1.986}} * \left(\frac{1}{273,15 + 40^\circ\text{C}} \right) = 0.129 \text{ meses}^{-1}$$

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.73 y 0.91 respectivamente para el tratamiento 10 y resolviendo para $t_{5^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{5^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{0.91}{0.73}\right)}{0.031\text{meses}} = 7.01 \text{ meses}$$

Figura 33. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 10 a una temperatura de 5°C Y 48% HR.

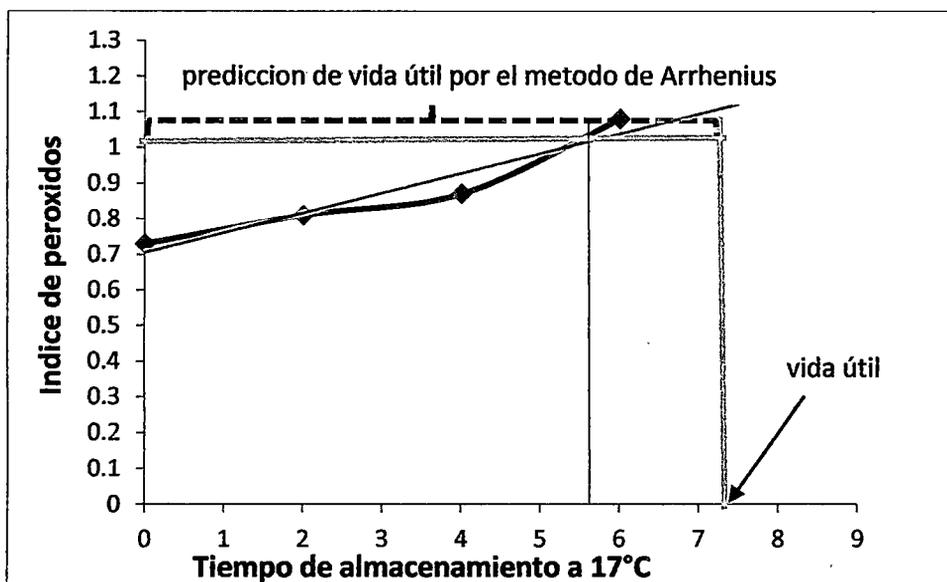


De la figura 33, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 10: es de 7.01 meses (210.3 días) a una temperatura de 5°C y 48%HR y envase polietileno opaco coextruido bilaminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 10 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.73 y 1.08 respectivamente para el tratamiento 11 y resolviendo para $t_{17^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{17^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{1.08}{0.73}\right)}{0.053\text{meses}} = 7.39 \text{ meses}$$

Figura 34. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 11 a una temperatura de 17°C Y 54% HR.

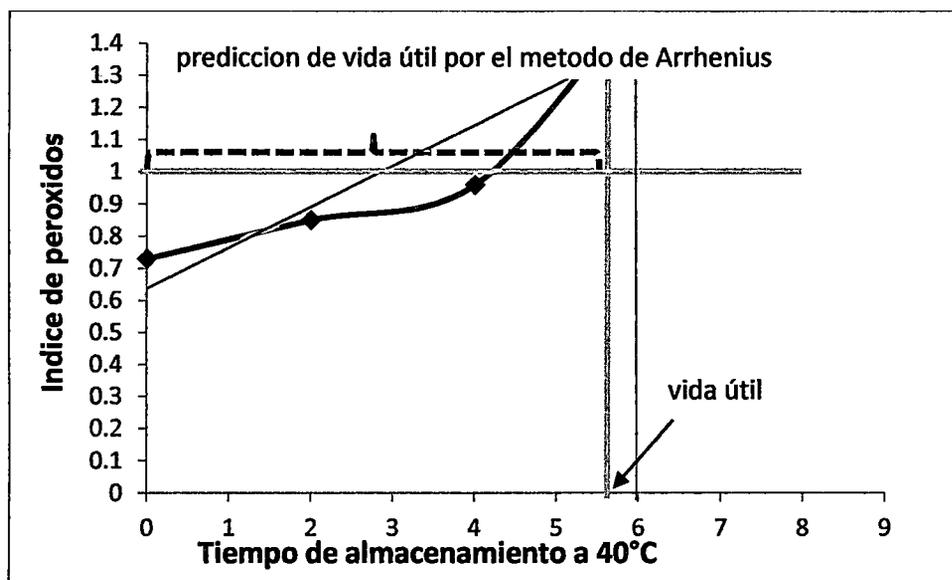


De la figura 34, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 11 es de 7.39 meses (221.7 días) a una temperatura de 17°C y 54%HR y envase polietileno opaco coextruido bilaminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 11 es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Reemplazando en la ecuación (3.1) con valores iniciales y finales de índice de peróxidos 0.73 y 1.54 respectivamente para el tratamiento 12 y resolviendo para $t_{40^{\circ}\text{C}}$, se tiene que:

$$t_{40^{\circ}\text{C}} = \frac{\ln\left(\frac{1.54}{0.73}\right)}{0.129\text{meses}} = 5.78 \text{ meses}$$

Figura 35. Resultado de la predicción de vida útil por el método de Arrhenius para el tratamiento 12 a una temperatura de 40°C Y 28% HR.



De la figura 35, se observa que la predicción de vida útil calculada por la ecuación matemática de Arrhenius para el tratamiento 12 es de 5.78 meses (173.4 días) a una temperatura de 40°C y 28%HR y envase polietileno opaco coextruido bilaminado. En el presente estudio se realizó en un tiempo de 6 meses de almacenamiento, por ello mencionamos que el tratamiento 12 no es apto para el consumo humano por no superar el límite de vida útil predicha.

Cuadro 44. Resultado de la predicción de vida útil para la F2 y envase polietileno de aluminio laminado.

tratamientos	Temperatura (°C)	Vida útil (meses)
10	5	7.01
11	17	7.39
12	40	5.78

En el cuadro 44, se observa que el tratamiento 11 presenta mayor tiempo de vida útil a la T17°C, seguido del tratamiento 10 que predice 7.01 meses a la T5°C y el tratamiento 12 que predice 5.78 meses menor tiempo de vida útil a la T40°C, para el alimento instantáneo; correspondientes a la formulación 2 (40%C-50%MM-10%ON) y envase polietileno opaco coextruido bilaminado.

Cuadro 45. Resultados de tiempo de vida de útil por el Método de Arrhenius.

FORMULACION	F1 (60%C – 20%MM – 20%O)						F2 (40%C – 50%MM – 10%O)					
	E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado			E1: polietileno de aluminio laminado			E2: Polietileno opaco coextruido bilaminado		
TEMPERATURA	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C	5°C	17°C	40°C
TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tiempo de vida útil predecido por el método de Arrhenius	7.70	7.65	5.93	7.69	7.46	6.65	7.87	7.05	6.28	7.01	7.39	5.78

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro 45, nos muestra los resultados de tiempo de vida útil para cada tratamiento mediante el método de Arrhenius donde podemos observar que el tratamiento 7 obtuvo el tiempo de vida útil más largo que pertenece a la formulación 2 compuesto por 40% de cañihua, 50% Maíz Morado y 10% Oca envasado en polietileno de aluminio laminado y almacenado a una temperatura de 5°C de 7.87 meses (236 días aproximadamente) de vida útil. El tratamiento 12 obtuvo el tiempo más corto de 5.78 meses (173 días) de vida útil perteneciente a la formulación 2, compuesto por 40% de cañihua, 50% Maíz Morado y 10% Oca Negra envasado en polietileno opaco coextruido bilaminado almacenado a una temperatura de 40°C y humedad relativa de 28%.

3.4. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS.

3.4.1. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA MUESTRA PATRÓN.

Los resultados del análisis microbiológico del alimento instantáneo de las formulaciones 1 y 2 denominados muestras patrón que no fueron sometidos al almacenamiento se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 46. Resultados microbiológicos muestras patrón.

Microorganismos	Resultados		Parámetros microbiológicos	
	F 1	F 2	m	M
Aerobios mesofilos ufc/g	<100	<100	10^4	10^5
Coliformes/g	4	<5	10	10^2
Bacillus cereus	0	0	10^2	10^4
Hongos/g	1	1	10^2	10^4
Salmonella sp/25g	Ausencia	Ausencia	0	----

Fuente: laboratorio microbiológico MICROLAB - Cusco

Dónde: ufc/g = unidades formadoras de colonia en un gramo de muestra

El cuadro 46, nos muestra que los resultados analizados en el laboratorio microbiológico MICROLAB. Nos indica que las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites permisibles de aceptación y por no contener ningún microorganismo PATÓGENO el producto es apto para el consumo humano. Las muestras analizadas son productos sin someterse al almacenamiento denominados muestra patrón. (Ver Anexo 10).

3.4.2. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS MUESTRAS FINAL.

Cuadro 47. Resultados microbiológicos del producto almacenado muestra final.

Microorganismos	Resultados												Parámetros microbiológicos	
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	m	M
Aerobios mesofilos ufc/g	<100												10⁴	10⁵
Coliformes	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	<5	10	10 ²
Bacillus cereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 ²	10 ⁴
Hongos/g	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	10 ²	10 ⁴
Salmonella sp/25g	AUSENTE												0	-----

Fuente: laboratorio microbiológico MICROLAB - Cusco

Dónde:

T₁₋₁₂ tratamientos

ufc/g = unidades formadoras de colonia en un gramo de muestra

El cuadro 47. Se muestra los resultados del análisis microbiológico del producto almacenado final, que fueron almacenados durante 180 días (06 meses) a temperaturas distintas. (Anexo 08). Donde se observa que existe una ligera diferencia con los resultados de la muestra patrón, también podemos mencionar que están dentro de los límites permisibles de aceptación y por no contener ningún microorganismo PATOGENO el producto es apto para el consumo humano. (Ver anexo 11).

CONCLUSIONES

1. Se logró obtener una mezcla instantánea a base de cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), maíz morado (*Zea mayz L.*) y oca negra (*Oxalis tuberosa sara-oca*) ; con una formulación F2 (40%C - 50%MM - 10%O), el análisis fisicoquímico del producto se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Programa Integral de Nutrición, del cual el que obtuvo un porcentaje alto con respecto al análisis físico químico del producto es la F2. Respecto al contenido de compuestos fenólicos totales de las muestras patrón (sin almacenar), la formulación 2 presentó un valor de 8.545 mg de Folin Ciocalteau equivalente/g. valor superior a la formulación F1 que presentó un valor de 7.11(mg de Folin Ciocalteau equivalente/g y respecto a la actividad antioxidante la formulación 2 presenta 83.417 μmol trolox equivalente/g valor superior a la F1 que es de 24.825 μmol trolox equivalente/g antes de someterlos al proceso de almacenamiento por pruebas aceleradas, estos resultados originaron efectos significativos de repotencialización en propiedades de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante del alimento.
2. El tiempo mas largo que se obtuvo en la predicción de vida útil fue del tratamiento que pertenece a la formulación 2 compuesto por 40% de cañihua, 50% Maíz Morado y 10% Oca envasado en polietileno de aluminio laminado y almacenado a una temperatura de 5°C de 7.87 meses (236 días aproximadamente) de vida útil.

RECOMENDACIONES.

- Se sugiere continuar con el estudio de investigación de elaboración de alimentos instantáneos a base de cereales y tubérculos que contengan compuestos bioactivos naturales y la utilización de diferentes tipos de envases y estabilidad de sus propiedades fisicoquímicas.
- Se sugiere que el presente trabajo de investigación sirva como fuente de información para proyectar un estudio a nivel de pre factibilidad en la provincia de Canchis y coadyuvar a las zonas productoras de cañihua, oca negra y maíz del área rural.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, V. 2006. Efecto de las condiciones de almacenamiento en el tiempo de vida útil de productos de consumo masivos de baja humedad empacados en películas plásticas. Tesis de grado (Ingeniero de alimentos). Escuela superior Politécnica del litoral. Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción. Guayaquil – Ecuador.
2. Alcázar, J. 2002. “Diccionario Técnicos De Industrias Alimentarias”, segunda edición. Editorial CIBERCOPY, Cusco – Perú.
3. Arpasi A., O. 2001. “Elaboración de Mermelada de Oca con Naranja”. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. UNA – Puno – Perú.
4. Aoki H, Kuze N, Kato Y. (2002). Anthocyanins isolated from purple corn (*Zea mays* L.). *Foods Food Ingred Jap.*; 199: 41- 45.
5. Apaza Vidal 2010. Manejo y mejoramiento de kañihua. Convenio instituto nacional de innovación agraria INIA. Puno. Centro de investigación de recursos naturales y medio ambiente- CIRNMA Bioversity international y el international fund for Agricultural Development- IFAD. Puno, Perú.
6. Apró, N. (2001). La extrusión como tecnología flexible de procesamiento de alimentos. Editorial Instituto Nacional de Tecnología Industrial y centro Regional Pampeano. Buenos Aires – Argentina.
7. Arrete, L. 2007. Radicales Libres Antioxidantes y Mecanismos De Protección.
8. Avello, M., Suwalsky, M. (2006). Radicales libres antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Pp. 161.172.
9. Barrera, V. & et. al. 2004. caracterización de las Raíces y los Tubérculos Andinos en la Ecoregion Andina del Ecuador Quito: Norma pp 3-30.

10. Barrera y col 2004. caracterizacion de las raíces y los tubérculos andinos en la Ecoregion journal food science technologic: estados unidos: pp 76-82.
11. Barrera, V.; C. Tapia y A. Monteros (eds.). 2004. Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú.
12. Belitz, D., Grosh, W. (1998). Quimica de los alimentos. Editorial Acriba Zaragoza. Pp 258. España.
13. Brody, A.L. 2003. Predicting Packaged Food Shelf Life. Food Technology. 57 (4): 100-102.
14. Bjorck, L., Asp, N. (1983). The Effects of Extrusion Cooking on Nutrition Value-A Literature Review. Journal of Food Engineering.
15. Britton, W. (1992). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lobansm. Wiss. Technol 22-30.
16. Cardelli, C. y Labuza, T.P. 2001. "Application of Weibull Hazard Analysis to the Determination of the Shelf Life of Roasted and Ground Coffee". Vol 34. Pág. 273-278. Lebensm.-Wiss. U.-Technol.
17. Cadima, X, Garcia, W. (eds) 2003. Conservación y Produccion de la Papalisa (*Ullucus tuberosus*) Documento de trabajo No.23 Fundacion PROINPA. Programa Colaborativo de Manejo, Conservacion y Uso de la Biodiversidad de Raices y Tuberculos Andinos (PBRTAs). Proyecto Papa Andina, Cochabamba. 84pp.

18. Cámara H., M. & et. al. 2003. frutas y verduras fuentes de salud, colección nutrición y salud, grupo elba Mafrid.
19. Charm, S.E. 2007. Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*. 16 (1):5-8.
20. Chavez, A., 2000, Maiz morado peruano (*Zea Mays, L.*)”, Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima, Perú, p. 20.
21. Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon). *Tubers. Separation Purification, Technology*. 10.1016 U.S.A.
22. D. Ryan , K. Robards, 1998. “Phenolic compounds in olives”, *Analyst* , 123, 31R
23. Espin S., & et. al. 2004, en Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la Conservación y Uso Sostenible en el Ecuador: INIAP-CIP, Quito: 91-116.
24. Enríquez S., R. et. al. & Vilcapoma, 2012, Evaluación de Vida Útil en anaquel de tres variedades de maíz nativo tostado y envasados en tres tipos de envase.
25. Encina Zelada, C. 2005. Extracción de compuestos hidrófilos y lipófilos en muestras de granos andinos. En: Seminario Potencial de Granos Andinos como Alimentos Funcionales: Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos. Escuela de Post-Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
26. F.A.O. 1992. Manual sobre la utilización de cultivos andinos sub explotados en la alimentación. Oficial Regional de la F.A.O. para la América Latina y el Caribe
27. F.A.O. 1994. Manual sobre la utilización de cultivos andinos sub explotados en la alimentación. Oficial Regional de la F.A.O. para la América Latina y el Caribe.

28. F.A.O, 2000. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación),
29. F.A.O (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación), 2006 "El maíz en la Nutrición humana".
30. F.A.O/OMS/ONU 1985. Necesidades de Energía y Proteínas. Informe Técnico N°301 Ginebra Suiza.
31. Fellows, P. (1994). Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y Práctica. ed. Acribia. Zaragoza. España.
32. García, R. (2005). Absorción *in vivo* de Oligómeros Epicatequinas Tesis Niversitat Rovira Ivirgili. Tarragona.
33. Gacula, M.C. The design of experiments for shelf life failures. J. Food Science. Vol. 40. Pág. 410. 1975.
34. García .M.C., 2001, la agroindustria de la oca. alternativas viables para los fruticultores: 1° ed: cuzco pp 15 – 17.
35. Guido, A. (2005). Aportes de los cultivos andinos a la nutrición humana. En Raíces Andinos: Contribuciones al conocimiento y la capacitación. CIP. Lima.
36. Giraldo, G. G. I. 1999. Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. Monografía. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
37. Guerrero Cáceres, 2012, Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en fibra dietética de cultivos ancestrales andinos para su utilización como suplemento alimenticio.
38. González, R.J. 1988. Boletín de extrusión del ITA (UNL).
39. González, R.J.; & et al. 2002. "Extrusión-Cocción de Alimentos. Rev. Industrias Alimentarias. Vol. II No 5 Colombia.

40. Guy, R. 2002 Raw Materials for Extrusion Cooking. Editorial Boca Raton: Woodheah. Publicación limitada. Página 5-28..
41. Harper, J., Jansen, G. 1988. Nutritional Evaluation of food processing Effect of Extrusion Processing on Nutrients.
42. Harper, J. (1981). "Extrusion of foods". Vol. I y II. Ed CRC Press – Boca Raton. Ed. Acribia Zaragoza. España.
43. Incahuanaco W. & E. Manzaneda. 2009, Determinación de parámetros en secado, cocción-extrusión y vida en anaquel en harina instantánea de Isaño (*tropaeolum tuberosum* R. et P.)
44. Jacho, L., 2009, "Caracterización molecular y análisis químico nutritivo de 27 accesiones de maíz chulpi (*Zea mayz* L.) y 65 accesiones de maíz negro colectadas en la serranía del Ecuador" proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
45. Javier, P. & Lima, M. 2013. Efecto de proceso de cocción-extrusión en la estabilidad de los Compuestos Bioactivos y Capacidad Antirradicalaria en alimento a base de cañihua, maca y maíz morado. Cusco-Perú.
46. Koidet, Hashimoto Y., Kamei H., Kojima T., Hasegawa M. and Terabe K. 1997. Antitumor Effect of Anthocyanins Fractions Extracted from Red Soybeans and Red Beans in vitro and in vivo. En: Effects of Extraction Conditions on Improving the Yield and Quality of an Anthocyanin-Rich Purple Corn (*Zea mays* L.) Color Extract (P. Jing and M. M. Giusti, eds.), J. Food Sci., 72(7): 363- 368.
47. Kokini, L., Chi Tang, H., Mukund, V., Karwe. (1992). Food Extrusion Sciences and Technology. Rutgers -The State University of New Jersey.

48. Kukoskil, E., Martta, E., Asuero, G., Troncoso, A., Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar la actividad antioxidante. *Ciencia y Tecnología de alimentos*: 726-732.
49. Kuntz, 1991. Influence of temperatura and light exposure on sensory shelf of a comercial.
50. Leighton, F., Urquiaga, I. (1998). Boletín de ciencias, vino y salud, programa bases moleculares de las enfermedades crónicas facultad de ciencias biológicas - Políticas Universidad Católica de Chile, vol. 3.
51. Linko, P. (1981). *Advance In cereal Science y Technology: High Temperature Short – Time Extrusion Cooking*.
52. Luna, 2008. Efecto de cocción- extrusión de la fracción indigestible, capacidad antioxidante y algunas propiedades funcionales de Cañihua.
53. Man, C.M.D and Jones, 1994. *A.A. Shelf Life Evaluation of Foods*. Blackie Accademic and proffessional, London.
54. Martínez, R., Periago, M., Ros, G. (2007). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Facultad de veterinaria universidad de Murcia*. Volumen 50, N° 1.
55. Martínez, R., Periago, M., Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latino Americanos de Nutrición*.
56. Martínez-Flórez, S. J., González-Gallego, J. M., Culebras, M. J. (2002) Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr. Hosp.* 17, 271-278.
57. Manrique, A., 2000, "Maíz morado Peruano" Instituto Nacional de Investigación Agraria (Serie Folleto R.I N° 04-00), Lima, Perú, p. 5, 6.

58. Montes, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. La Paz, Bolivia. 415.pp.
59. Muñoz A., Ramos F. 2007 Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades esbiomédicas. Revista Horizonte Médico. Volumen 7, N° 1, Junio 23-31.
60. Olivares, S. 1994. "Necesidades nutricionales y calidad de la dieta. Manual de auto instrucción". Universidad de Chile, Instituto de nutrición y tecnología de los alimentos.
61. Price, J. F. & et. al. 1994. "Ciencias de la carne y de los productos cárnicos", 2^{da}. Ed., Edit. ACRIBIA S.A., Zaragoza – España.
62. Pascual Ch., G. & Loayza A., C. 2000. "Calidad Tecnológica De Semillas En Cereales Y Leguminosas". Editorial Facultad de Industrias Alimentarias – UNALM – Lima – Perú.
63. Prior, R., Wu, X., Schaech, K. 2005. Standardized methods. For the determination of. Antioxidant capacity and phenolics. In food and dietary.
64. Pokorny, J., Janda, V., Pudil, F. 2005. Changes during the extrusion of semolina in mixture with sugars. Food Sci, 19: 24-30.
65. Pozo-Insfran D, C H Brenes, S O S Saldivar, S T Talcote (2006) Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays* L.) products. Food Res. Internatl. 39:696–703.
66. R. Coles & Kirwan., 2004, Analysis of volatile transformation products from additives in gamma-irradiated polyethylene packaging. Food Additives and Contaminants 18, 739 (2001).

67. R. Nex-Alvarez, 2013, La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. Pág. 1-78.
68. Rahaman, Shafiur. Food Properties Handbook. Contemporary Food Science Series. 1995.
69. Ramírez, R. E. 2011. Metodología de la Investigación, asignatura INA 064. Carrera de Ingeniería de Alimentos, UAJMS-Tarija-Bolivia.
70. Repo Carrasco, R. 2008. "Capacidad Antioxidante y compuestos fenólicos totales de la Cañihua". Edi. Agraria. Lima- Perú
71. Repo-Carrasco, R., & et. al., 2003. Valor nutricional y usos de los cultivos andinos quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* A.) Vol. 19.
72. Roos Y. 2001. Water activity and plasticization. In Eskin, M; Robinson, D. eds. Food shelf life stability. US. p. 3-36.
73. Robertsob, Gordon L. Food Packing. Marcel Dekker. New York, 1993.
74. Shahidi, F., Janitha, P. (1992). Phenoli cantioxidants. Rev. Food Science Nutritional, Vol. 29, Pp 67.
75. Shi, H. 2001. Introducing natural antioxidants. Cap 8 en antioxidantes en antioxidants in foods. Practical applications. Pokorny, J., Yanishlieva, N., y Gordon M. (editores) pp 147 – 158 CRC Press Inc, Boca Raton, FL. EUA.
76. Singh, R., P. 2000. Scientific Principles of Shelf-Life Evaluation *in* MAN,
77. Solano 2001, Evaluación participativa y selección de accesiones de cañahua y variedades de quinua con agricultores de comunidades del altiplano centro y norte. En informe técnico anual año 2, proyecto de especies olvidadas y subutilizados, (IPGRI-IFAD-PROINPA). La Paz, Bolivia. pp. 49.

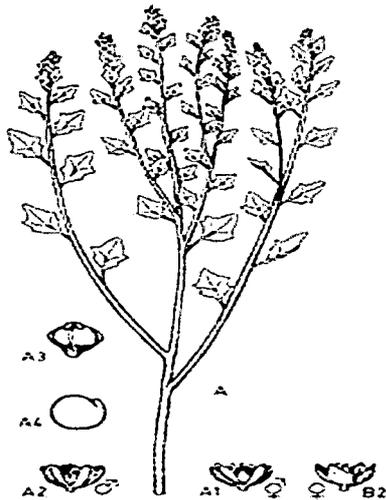
78. Smith J; Phillips & et. Al. 2004. Shelf life and safety concerns of bakery products: A review (en línea). Consultado 11 ago. 2007.
79. Tapia, M.E. 2000. Cultivos andinos sub-explotados y su aporte a la alimentación. Santiago, Chile. 2^{da}. Ed, Of. Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
80. Terranova., 1995. "Producción Agrícola I", Terranova Editor, Vol 1, Bogotá Colombia.
81. Tung, M; & et. Al. 2001. Packaging considerations. *In* Eskin, M; Robinson, D. eds. Food shelf life stability. US. p. 3-36.
82. Urgilés, O. M. 2006. Estudio del efecto de las condiciones de envasado y empacado en el tiempo de vida útil de bocaditos de maíz extruidos almacenados a temperatura ambiente. Tesis de grado (Ingeniero de alimentos). Escuela superior Politécnica del litoral. Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción. Guayaquil – Ecuador.
83. Ugartondo, V. (2009). Principales dianas biológicas de los Radicales Libres, Estructura Química de los Polifenoles.
84. Valenzuela, A. Nieto S. 1996. Antioxidantes sintéticos y naturales: protectores de la calidad de los alimentos. Consultado 28 sep. 2007.
85. Velioglu, Y., Mazza G., Gao, L., (1998) Antioxidant activity and total phenolic in protectors, grasses y ascites.
86. Yanez, C. & et. al., 2003, "Catalogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos" INIAP, Programa de Maíz, Quito, Ecuador, p. 1, 125, 127.
87. Yufera, E., 1995, "Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria II", Edi. Reverte, Barcelona, España.

ANEXOS.

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN BOTANICA DE LA CAÑIHUA, MAIZ MORADO Y OCA NEGRA.

FIGURA 36: DESCRIPCION BOTANICA DE LA CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)



A. QAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule*); A1.flor hemafrodita; A2. Flor masculina; A3.fruto; A4. Semilla;

FIGURA 37: DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MAÍZ MORADO. (*Zea mays* L.)

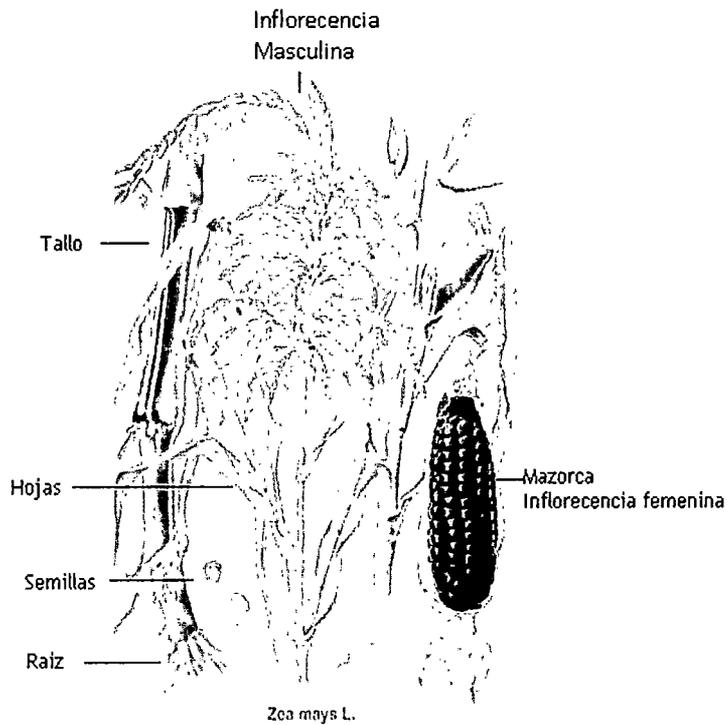
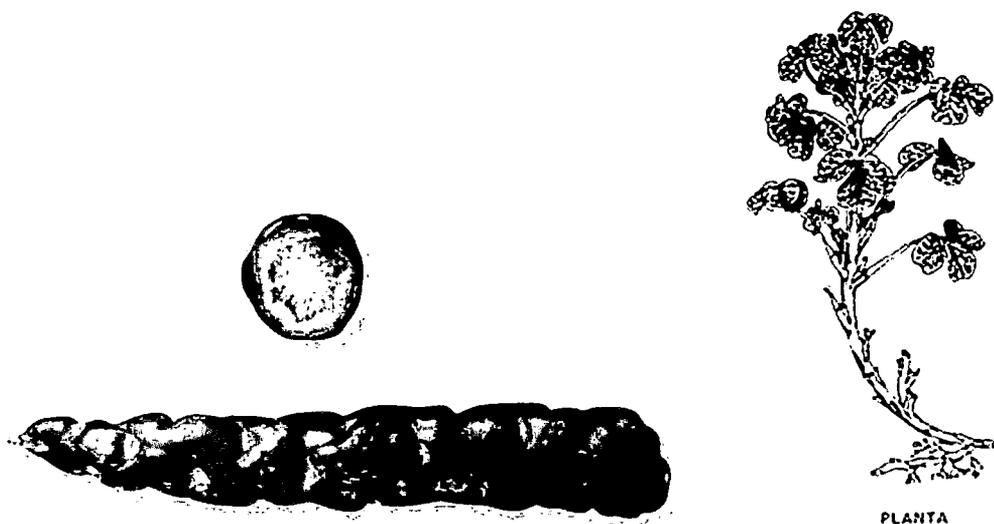


FIGURA 38: DESCRIPCION BOTANICA DE LA OCA NEGRA O KULLI OCA.

(*Oxalis tuberosa sara-oca*)



Fuente: Oscar A, Hidalgo, Agro Consult Int. 2003. (león J.1964)

ANEXO 2.

CERTIFICADO DE CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS.



Servicio al cliente

0-800-12542 (sin costo) ó 5950444

atencionclientes@allicorp.com.pe

Alicorp S. A.A.

Planta Sidsur

AV. Parra 400

Cercado de Arequipa

T (511) 3150800

<http://www.allicorp.com.pe>

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO: AZUCAR BLANCO

DESCRIPCION	
PRESENTACIÓN	SACO X 50 KG
N° DE CONTROL INTERNO	A6 - 227 - 432
FECHA DE PRODUCCION	24/03/2013
FECHA DE VENCIMIENTO	24/03/2014

RESULTADOS OBTENIDOS				
CARACTERISTICAS	RESULTADO	LIMETES	UNIDADES	METODOS ANALITICOS
ACIDEZ	0.04	Max. 0.10	%	PCO-A-CA-00-026
INDICE DE PEROXIDO	0.13	Max 1.0	Meq O ₂ /Kg	PCO-A-CA-00-023
COLOR LÖVIBOND	0.4	0.2 - 2.0 R	Celda 5 ¼"	PCO-A-CA-00-022
SABOR	8.0	Min. 7.0	BUENO	PCO-A-CA-00-023

Arequipa 12 de octubre 2014

Ing. Reynaldo Diaz

GERENTE DE CALIDAD OLEOS-AREQUIPA

alicorp

Servicio al cliente

0-800-12542 (sin costo) ó 5950444

atencionclientes@alicorp.com.pe

Alicorp S. A.A.

Planta Sidsur

AV. Parra 400

Cercado de Arequipa

T (511) 3150800

<http://www.alicorp.com.pe>

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO: ACEITE VEGETAL

DESCRIPCION	
Presentación	BOT X 1 LITRO
N° DE CONTROL INTERNO	A6 - 227 - 230
FECHA DE PRODUCCION	11/06/2013
FECHA DE VENCIMIENTO	11/06/2014

RESULTADOS OBTENIDOS				
CARACTERISTICAS	RESULTADO	LIMETES	UNIDADES	METODOS ANALITICOS
ACIDEZ	0.04	Max. 0.10	%	PCO-A-CA-00-023
INDICE DE PEROXIDO	0.10	Max 1.0	Meq O ₂ /Kg	PCO-A-CA-00-023
COLOR LOVIBOND	0.7	0.2 - 2.0 R	Celda 5 ¼"	PCO-A-CA-00-022
SABOR	7.0	Min. 7.0	BUENO	PCO-A-CA-00-023

Arequipa 12 de octubre 2014



Ing. Reynaldo Diaz

GERENTE DE CALIDAD OLEOS-AREQUIPA

ANEXO 3.

COMPOSICION TEORICA DE LAS FORMULACIONES.

CUADRO 48: COMPOSICION TEORICO DE LAS 9 FORMULACIONES.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	C-MM-O								
	50-20-30	30-30-40	60-20-20	20-50-30	45-30-25	40-20-40	30-20-50	40-30-30	40-50-10
MATERIA PRIMA	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
CAÑIHUA	26.50%	15.90%	31.80%	10.60%	23.85%	21.20%	15.90%	21.20%	21.20%
MAIZ MORADO	10.60%	15.90%	10.60%	26.50%	15.90%	10.60%	10.60%	15.90%	26.50%
OCA NEGRA	15.90%	21.20%	10.60%	15.90%	13.25%	21.20%	26.50%	15.90%	5.30%
LECHE EN POLVO	10.68%	10.68%	10.68%	10.68%	10.68%	10.68%	10.68%	10.68%	10.68%
AZUCAR BLANCA	28.00%	28.00%	28.00%	28.00%	28.00%	28.00%	28.00%	28.00%	28.00%
ACEITE VEGETAL	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%
SABORIZANTE	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%
LECITINA	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%
TOTAL:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

CUADRO 49: CONTENIDOS DE %(PROTEINA ANIMAL, CHO DE AZUCAR, KCAL PROTEINA, KCAL GRASA, KCAL CHO Y ENERGIA EN KCAL) PARA LAS 9 FORMULACIONES PROPUESTAS

FORMULACIONES	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
%PROTE ANIMAL	34	40.87	30.81	42.14	34.43	37.94	42.91	36.34	33.52
%CHO DE AZUCAR	47.97	49.41	45.97	46.01	46.3	50.14	52.52	47.29	42.47
%KCAL PROTEINA	8.78	7.67	9.27	7.15	8.5	8.23	7.64	8.24	8.25
%KCAL GRASA	31.3	31.24	30.87	29.77	30.56	31.77	32.28	30.79	29.07
%KCAL CHO	59.93	61.09	59.86	63.08	60.91	60	60.09	60.97	62.68
ENERGIA KCAL	386.54	368.07	403.78	382	393.93	369.3	352.06	385.31	417.32

CUADRO 50: COMPOSICION DE LOS MACRONUTRIENTES DE LAS MATERIAS PRIMA E INSUMOS.

MATERIA PRIMA	CHO	GRASA	PROTEINA	KCAL
CAÑIHUA	60.7	8.3	17.6	387.9
MAIZ MORADO	76.2	3.4	7.3	364.6
OCA NEGRA	13.3	0.6	1	62.6
LECHE EN POLVO	36.1	26.1	27	487.3
AZUCAR BLANCA	99.2	0	0	396.8
ACEITE VEGETAL	0	100	0	900
SABORIZANTE	0	0	0	0
LECITINA	0	0	0	0

CUADRO 51: CONTENIDO DE MACRONUTRIENTES PARA LAS 9 FORMULACIONES.

FORMULACION	CHO	GRASA	PROTEINA	KCAL
F1 : (50%C - 20%MM - 30%ON)	57.91	13.44	8.48	386.52
F2: (30%C - 30%MM - 40%ON)	56.22	12.77	7.05	368.01
F3: (60%C - 20%MM - 20%ON)	60.42	13.85	9.36	403.78
F4: (20%C - 50%MM - 30%ON)	60.37	12.66	6.84	382.78
F5: (45%C - 30%MM - 25%ON)	59.99	13.39	8.37	394.0
F6: (40%C - 20%MM - 40%ON)	55.4	13.03	7.6	369.27
F7: (30%C - 20%MM - 50%ON)	52.88	12.63	6.72	352.07
F8: (40%C - 30%MM - 30%ON)	58.73	13.18	7.93	385.26
F9: (40%C - 50%MM - 10%ON)	65.4	13.48	8.6	417.32

CUADRO 52: COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE LA FORMULACIÓN 1.

MATERIA PRIMA	%	CHO	GRASA	PROTEINA	KCAL
CAÑIHUA	31.80%	19.30	2.64	5.60	123.35
MAIZ MORADO	10.60%	8.08	0.36	0.77	38.65
OCA NEGRA	10.60%	1.41	0.06	0.11	6.64
LECHE EN POLVO	10.68%	3.86	2.79	2.88	52.04
AZUCAR BLANCA	28.00%	27.78	0.00	0.00	111.10
ACEITE VEGETAL	8.00%	0.00	8.00	0.00	72
SABORIZANTE	0.17%	0.00	0.00	0.00	0.00
LECITINA	0.15%	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	100.00%	60.42	13.85	9.36	403.78

CUADRO 53: COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE LA FORMULACION 2.

MATERIA PRIMA	%	CHO	GRASA	PROTEINA	KCAL
CAÑIHUA	21.20%	12.87	1.76	3.73	82.23
MAIZ MORADO	26.50%	20.19	0.90	1.93	96.62
OCA NEGRA	5.30%	0.70	0.03	0.05	3.32
LECHE EN POLVO	10.68%	3.86	2.79	2.88	52.04
AZUCAR BLANCA	28.00%	27.78	0.00	0.00	111.10
ACEITE VEGETAL	8.00%	0.00	8.00	0.00	72
SABORIZANTE	0.17%	0.00	0.00	0.00	0.00
LECITINA	0.15%	0.00	0.00	0.00	0
TOTAL	100.00%	65.40	13.48	8.60	417.32

ANEXO 4.

**METODOLOGIA DE CÁLCULO DEL SCORE QUIMICO (COMPUTO DE
AMINOACIDOS)**

CUADRO 54: COMPOSICION QUIMICA DE LOS ALIMENTOS: HUMEDAD, NITROGENO, FACTOR, PROTEINA Y AMINOACIDOS ESENCIALES.

MATERIA PRIMA	humedad g/100	nitrógeno g/100	factor	proteína	isoleucina	leucina	lisina	Met + Cis mg aa/gr mezcla	fen + tir	treonina	triptofano	valina	Histidina
CAÑIHUA	11	2.68	6.25	16.72	408	380	390	106.875	232.5	206.25	46	266	167
OCA NEGRA	84.1	0.16	6.25	1	36.36	53.63	59.08	25.45	31.81	45.45	5.5	48.17	-
MAIZ MORADO	12	1.52	6.25	9.5	230	783	167	217	544	225	44	303	170
LECHE EN POLVO	4	4.08	6.38	26	330	619	453	220	614	263	89	402	179

CUADRO 55: COMPOSICIÓN QUIMICA DE LOS ALIMENTOS: HUMEDAD, NITROGENO, PROTEINA Y AMINOACIDOS ESENCIALES.

MATERIA PRIMA	humedad g/100	nitrogeno g/100	proteina	isoleucina	leucina	lisina	Met + Cis mg aa/gr mezcla	fen + tir	treonina	triptofano	valina	Histidina
CAÑIHUA	11	2.68	16.72	65.28	60.8	62.4	17.1	37.2	33	7.36	42.56	26.72
OCA NEGRA	84.1	0.16	1	5.8176	8.5808	9.4528	4.072	5.0896	7.272	0.88	7.7072	0
MAIZ MORADO	12	1.52	9.5	36.8	125.28	26.72	34.72	87.04	36	7.04	48.48	27.2
LECHE EN POLVO	4	4.08	26	51.72	97.02	71.00	34.48	96.24	41.22	13.95	63.01	28.06

CUADRO 56: CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN mg/g DE MEZCLA PARA LA FORMULACION 1.

MATERIA PRIMA	%	proteinas g en la mezcla	proteinas (%)	isoleucina	leucina	Lisina	Met + Cis mg aa/gr mezcla	fen + tir	treonina	triptofano	valina	Histidina
CAÑIHUA	31.80%	5.32	57.75	347.09	323.27	331.78	90.92	197.79	175.46	39.13	226.29	142.07
OCA	10.60%	0.11	1.15	0.62	0.91	1.00	0.43	0.54	0.77	0.09328	0.82	0.00
MAIZ MORADO	10.60%	1.01	10.94	37.0576	126.15696	26.90704	34.96304	87.64928	36.252	0.74624	48.81936	27.3904
LECHE EN POLVO	10.68%	2.78	30.16	143.63	269.41	197.16	95.75	267.23	114.47	38.74	174.96	77.91
otros insumos	36.32%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100.00%	9.21	100.00	528.39	719.75	556.85	222.07	553.21	326.95	78.71	450.89	247.37
mg aa/Prot Alimentos				57.39	78.18	60.48	24.12	60.09	35.51	8.55	48.97	26.87
Patron de las Bases				28	66	58	25	63	34	11	35	19
COMPUTO QUIMICO				204.97	118.45	104.28	96.479	95.37747	104.446	77.7178	139.925	141.410

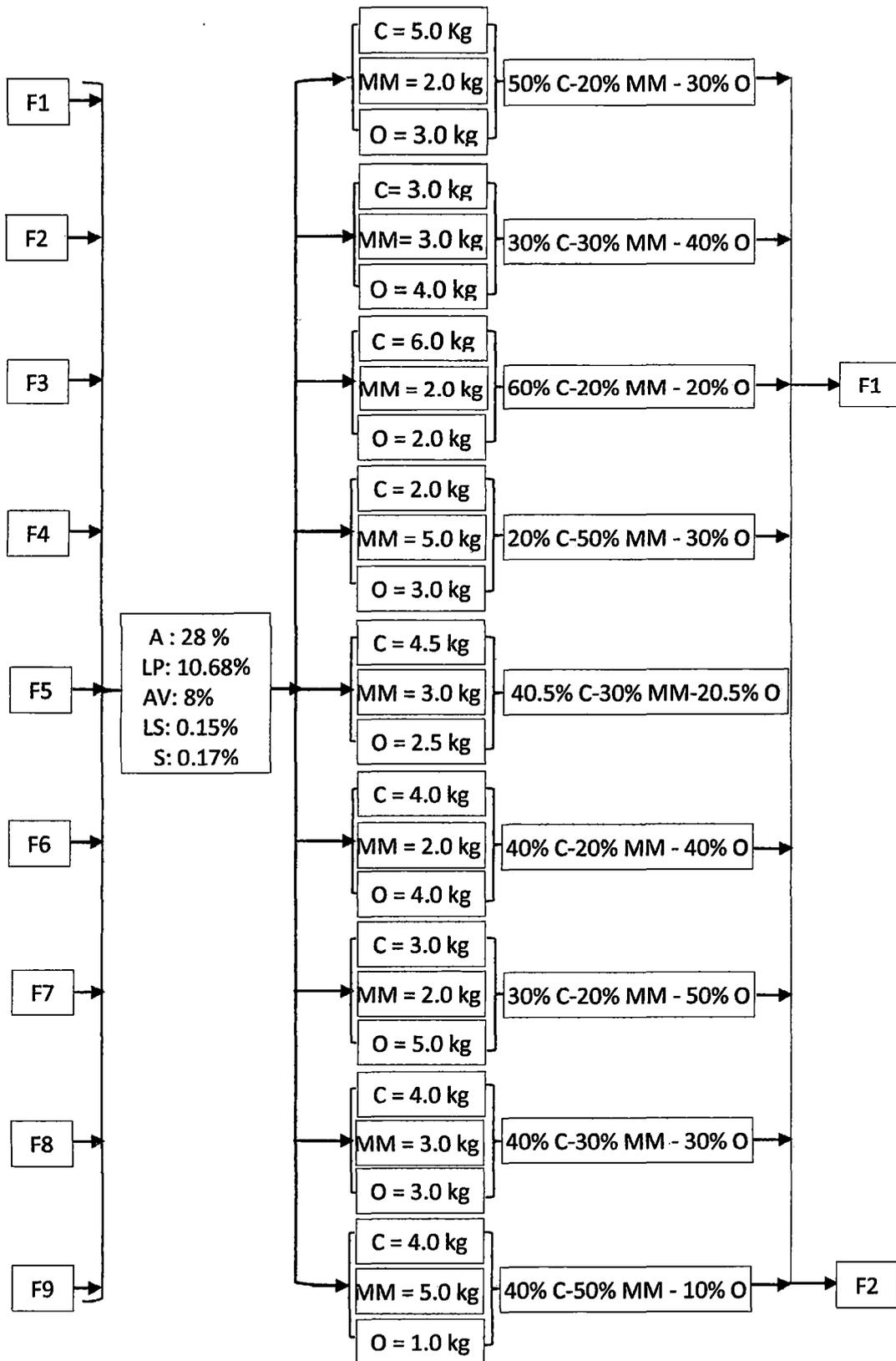
CUADRO 57: CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN mg/g DE MEZCLA PARA LA FORMULACION 2.

MATERIA PRIMA	%	proteinas g en la mezcla	proteinas (%)	isoleucina	leucina	lisina	Met + Cis mg aa/gr mezcla	fen + tir	treonina	triptofano	valina	Histidina
CAÑIHUA	21.20%	3.54	39.86	231.39	215.51	221.19	60.61	131.86	116.97	26.09	150.86	94.71
OCA	5.30%	0.05	0.60	0.31	0.45	0.50	0.22	0.27	0.39	0.04664	0.41	0.00
MAIZ MORADO	26.50%	2.52	28.31	92.644	315.3924	67.2676	87.4076	219.1232	90.63	1.8656	122.0484	68.476
LECHE EN POLVO	10.68%	2.78	31.23	143.63	269.41	197.16	95.75	267.23	114.47	38.74	174.96	77.91
otros insumos	36.32%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100.00%	8.89	100.00	467.97	800.77	486.12	243.99	618.49	322.46	66.74	448.28	241.10
mgaâ/Prot Alimentos				52.63	90.06	54.67	27.44	69.56	36.26	7.51	50.41	27.11
Patron de las Bases				28	66	58	25	63	34	11	35	19
COMPUTO QUIMICO				187.96	136.45	94.26	109.757	110.406	106.658	68.230	144.040	142.705

ANEXO 5.

SELECCIÓN DE LAS FORMULACIONES PARA EL ESTUDIO

FIGURA 39. Selección a partir de las 9 formulaciones propuestas.



ANEXO 6.

**RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS
BIOACTIVOS (COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 -
222512 - 232370 - 232375 - 232226

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

INFORME DE ANALISIS

RESULTADO DE FENOLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

SOLICITANTES: Bach. FIDEL CELIO Cochama Aytara
Bach. CARMEN Flores Ccasa

TESIS: "DETERMINACION DE VIDA UTIL EN ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE CAÑIHUA, MAIZ MORADO Y OCA POR PRUEVAS ACELERADAS DE ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS"

MUESTRA: Alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado y oca.

ANALISIS: fenólicos totales y Actividad Antioxidante

FECHA RECEP.MUESTRA: 05/09/13

RESULTADO DE FENOLES TOTALES

MUESTRA	FENOLES TOTALES (mg de folin Ciocalteau equivalente/g)	FENOLES TOTALES (mg de folin Ciocalteau equivalente/100g)
Muestra patrón F1	7.11	142.2
Muestra patrón F2	8.545	170.9

RESULTADO DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

MUESTRA	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (mg de fosfomolibdato de amonio equivalente/g)	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (mg de fosfomolibdato de amonio equivalente/100g)
Muestra patrón F1	9.734	194.67
Muestra patrón F2	10.417	208.34

Cusco 04 de Octubre del 2014


Ciro Fomonte Cruz
QUÍMICO
N° COP.066

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO
Calle Tigre N° 127

Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 -
222512 - 232370 - 232375 - 232226

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

INFORME DE ANALISIS

RESULTADO DE COMPUESTOS FENOLICOS

SOLICITANTES: Bach. FIDEL CELIO Cochama Aytara
Bach. CARMEN Flores Ccasa

TESIS: "DETERMINACION DE VIDA UTIL EN ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE CAÑIHUA, MAIZ MORADO Y OCA POR PRUEVAS ACELERADAS DE ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS"

MUESTRA: Alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado y oca. Almacenados a temperaturas de 5, 17 y 40°C a un periodo de 6 meses.

ANALISIS: Compuestos Fenólicos

FECHA RECEP.MUESTRA: 02/03/14

RESULTADOS

MUESTRA	FENOLES TOTALES	
	(mg de folin Ciocalteau equivalente/g)	(mg de folin Ciocalteau equivalente/100g)
M. 1: (F1 - E1:amarillo - T1:5°C)	10.550	210.996
M. 2: (F1 - E1:amarillo - T2:17°C)	10.200	203.927
M. 3: (F1 - E1:amarillo - T3:40°C)	11.200	223.951
M. 4: (F1 - E2:blanco - T1:5°C)	10.200	203.998
M. 5: (F1 - E2:blanco - T2:17°C)	8.600	171.997
M. 6: (F1 - E2:blanco - T3:40°C)	11.850	236.981
M. 7: (F2 - E1:amarillo - T1:5°C)	13.150	262.947
M. 8: (F2 - E1:amarillo - T2:17°C)	11.050	220.422
M. 9: (F2 - E1:amarillo - T3:40°C)	13.750	274.929
M. 10: (F2 - E2:blanco - T1:5°C)	14.050	280.775
M. 11: (F2 - E2:blanco - T2:17°C)	12.800	255.448
M. 12: (F2 - E2:blanco - T3:40°C)	13.400	267.904

Cusco 04 de marzo del 2014


Ciro Tompilla Cruz
QUÍMICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO

Calle Tigre N° 127

Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• CIUDAD UNIVERSITARIA

Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL

Plaza de Armas s/n

Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA

Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA

San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"

Av. De la Cultura N° 721

"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

INFORME DE ANALISIS

RESULTADO DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

SOLICITANTES: Bach. FIDEL CELIO Cochama Aytara
Bach. CARMEN Flores Ccasa

TESIS: "DETERMINACION DE VIDA UTIL EN ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE CAÑIHUA, MAIZ MORADO Y OCA POR PRUEVAS ACELERADAS DE ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS"

MUESTRA: Alimento instantáneo a base de cañihua, maíz morado y oca. Almacenados a temperaturas de 5, 17 y 40°C a un periodo de 6 meses.

ANALISIS: Actividad Antioxidante

FECHA RECEP.MUESTRA: 02/03/14

RESULTADOS

MUESTRA	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (µmol trolox /g)	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (µmol trolox /100g)
Tr. 1: (F1 - E1:amarillo - T1:5°C)	20.925	418.49
Tr. 2: (F1 - E1:amarillo - T2:17°C)	20.775	415.35
Tr. 3: (F1 - E1:amarillo - T3:40°C)	23.625	472.396
Tr. 4: (F1 - E1:blanco - T1:5°C)	23.550	470.971
Tr. 5: (F1 - E1:blanco - T2:17°C)	23.175	463.490
Tr. 6: (F1 - E1:blanco - T3:40°C)	24.225	484.461
Tr. 7: (F2 - E1:amarillo - T1:5°C)	24.825	496.401
Tr. 8: (F2 - E1:amarillo - T2:17°C)	21.675	432.367
Tr. 9: (F2 - E1:amarillo - T3:40°C)	24.600	491.87
Tr. 10: (F2 - E1:blanco - T1:5°C)	23.175	463.129
Tr. 11: (F2 - E1:blanco - T2:17°C)	18.225	363.71
Tr. 12: (F2 - E1:blanco - T3:40°C)	23.625	472.329

Cusco 02 de marzo del 2014


Ciro Topaylla Cruz
QUÍMICO
N° COP 888

ANEXO 7.

RESULTADOS DE LA COMPOSICION FISICOQUIMICA MUESTRA PATRON.

QUIMICA LAB - CUSCO

DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0037 - 14 ANALISIS FISICOQUIMICO DE ALIMENTOS INSTANTANEOS

TESISTAS : Bach. CARMEN FLORES CCASA
: Bach. FIDEL CELIO COCHAMA AYTARA
PROCEDENCIA : UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI
PRODUCTO : ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE GRITZ DE CAÑIHUA,
MAIZ MORADO Y OCA NEGRA
ANALISIS : FISICOQUIMICOS DEL ALIMENTO SIN ALMACENAR
NRO DE MUESTRAS : 02 MUESTRAS
FECHA DE ANALISIS : 08/03/2014 AL 15/03/2014
FECHA DE CERTIFICACION : 22/03/2014

RESULTADO DE ANALISIS

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	MUESTRAS 100 gr	
	Formulación 01	Formulación 02
HUMEDAD %	4.84	4.86
PROTEINA %	9.98	9.52
CENIZA %	2.64	2.65
GRASA %	14.12	13.87
CARBOHIDRATOS %	68.42	69.10
ENERGIA TOTAL Kcal	440.68	439.31
Kcal prov. Proteina %	9.06	8.67
Kcal prov. Grasa %	28.84	28.42
Kcal prov. Carbohidratos %	62.10	62.10
FIBRA %	1.24	1.26
INDICE DE PEROXIDOS Meq/kg	0.74	0.73
Acidez (exp. Ac. Sulfúrico) %	0.23	0.25

HL



Mario Cumpa Cayuri

MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 16188

ANEXO 8.

RESULTADOS DE LA COMPOSICION FISICOQUIMICA DEL PRODUCTO

FINAL.

QUIMICA LAB - CUSCO

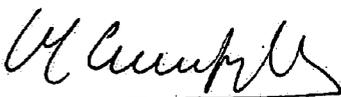
DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0058 - 14 ANALISIS FISICOQUIMICO DE ALIMENTOS INSTANTANEOS

TESISTAS : Bach. CARMEN FLORES CCASA
: Bach. FIDEL CELIO COCHAMA AYTARA
PROCEDENCIA : UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI
PRODUCTO : ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE GRITZ DE CAÑIHUA,
MAIZ MORADO Y OCA NEGRA
ANALISIS : FISICOQUIMICOS DEL ALIMENTO ALMACENADO
NRO DE MUESTRAS : 12 MUESTRAS
FECHA DE ANALISIS : 08/10/2014 AL 15/10/2014
FECHA DE CERTIFICACION : 23/10/2014

RESULTADO DE ANALISIS

ENSAYOS FISICO QUIMICOS		MUESTRAS 100 gr					
		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6
HUMEDAD	%	4.28	4.14	4.18	4.28	4.31	4.41
PROTEINA	%	9.73	9.56	9.61	9.81	9.61	9.82
CENIZA	%	2.64	2.61	2.61	2.61	2.58	2.61
GRASA	%	13.42	13.16	13.38	13.47	13.24	12.82
CARBOHIDRATOS	%	69.93	70.53	70.22	69.83	70.26	70.34
ENERGIA TOTAL Kcal	%	439.42	438.8	439.74	439.79	438.64	436.02
Kcal prov. Proteina	%	8.86	8.71	8.74	8.92	8.76	9.01
Kcal prov. Grasa	%	27.49	26.99	27.38	27.57	27.17	26.46
Kcal prov. Carbohidratos	%	63.66	64.29	63.87	63.51	64.07	64.53
Acidez (exp. Ac. Sulfúrico)	%	0.23	0.23	0.22	0.23	0.23	0.25


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 16189



QUIMICA LAB - CUSCO

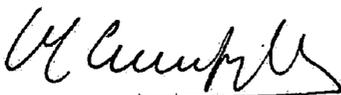
DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0058 - 14 ANALISIS FISICOQUIMICO DE ALIMENTOS INSTANTANEOS

TESISTAS : Bach. CARMEN FLORES CCASA
: Bach. FIDEL CELIO COCHAMA AYTARA
PROCEDENCIA : UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI
PRODUCTO : ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE GRITZ DE CAÑIHUA,
MAIZ MORADO Y OCA NEGRA
ANALISIS : FISICOQUIMICOS DEL ALIMENTO ALMACENADO
NRO DE MUESTRAS : 12 MUESTRAS
FECHA DE ANALISIS : 08/10/2014 AL 15/10/2014
FECHA DE CERTIFICACION : 23/10/2014

RESULTADO DE ANALISIS

ENSAYOS FISICO QUIMICOS		MUESTRAS 100 gr					
		M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12
HUMEDAD	%	4.32	4.33	4.14	4.42	4.34	4.29
PROTEINA	%	9.23	9.31	9.19	9.27	9.29	9.32
CENIZA	%	2.63	2.67	2.61	2.63	2.63	2.63
GRASA	%	13.32	12.74	13.28	12.47	12.71	12.84
CARBOHIDRATOS	%	70.5	70.95	70.78	71.21	71.03	70.92
ENERGIA TOTAL Kcal	%	438.80	435.70	439.40	434.15	435.67	436.52
Kcal prov. Proteína	%	8.41	8.55	8.37	8.54	8.53	8.54
Kcal prov. Grasa	%	27.32	26.32	27.20	25.85	26.26	26.47
Kcal prov. Carbohidratos	%	64.27	65.14	64.43	65.61	65.21	64.99
Acidez (exp. Ac. Sulfúrico)	%	0.22	0.23	0.24	0.23	0.21	0.23


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N°. 16188





ANEXO 9.

REQUISITOS FISICOQUIMICOS PARA UNA MEZCLA ALIMENTICIA.

PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION SUB-PROGRAMA ESCOLAR

ESPECIFICACIONES TECNICAS - 2012 MEZCLA FORTIFICADA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS SUB-PROGRAMA ESCOLAR

I. DEFINICION GENERAL

Es un alimento en polvo cocido de reconstitución instantánea, que contiene una mezcla -de cereales y leguminosas- cocida mediante el proceso de extrusión a la que se le adiciona diversos componentes: azúcar, aceites vegetales, leche en polvo, albúmina de huevo en polvo, minerales, vitaminas y estabilizadores. Todos los aditivos a ser usados deben ser de grado alimenticio y reconocido por el Codex Alimentarius. Su proceso y composición deberá ajustarse a lo dispuesto en la Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a Base de Granos y Otros, destinados a Programas Sociales de Alimentación (Resolución Ministerial N° 451-2006/MINSA), así como la Norma Sanitaria para la aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de Alimentos y Bebidas (Resolución Ministerial N° 449-2006/MINSA).

II. RACION

La ración diaria es de 50 g de producto, diluido en 200 ml de agua hervida tibia.

El producto deberá presentar como mínimo 2 sabores naturales (vainilla, canela- clavo, anís, chocolate, fresa, plátano, etc), los que serán entregados **alternadamente para cada entrega**.

III. REQUISITOS FISICO - QUIMICOS

Peso de la ración	:	50 g
Energía por ración	:	200 - 230 kcal
Proteína	:	06 - 10 % de la energía total
Grasa	:	20 - 30 % de la energía total
Carbohidratos	:	la diferencia
Proteína Animal	:	Mín. 20% de la proteína total.
Acidez (expresado en ácido sulfúrico)	:	Menor o igual a 0.4%
Cenizas	:	< 5%
Densidad energética	:	Mín. 0.70 kcal/g en producto preparado
Cómputo Químico	:	Mayor a 85%
Índice de Peróxido	:	Menor a 10 mEq/ kg de grasa
Gelatinización	:	Mayor a 94 %
Humedad	:	Máx. 5%
Fibra dietaria	:	Menor de 5g/100 g de producto
Saponina	:	Ausente
Aflatoxina	:	No detectable en 5 ppb



MEZCLA FORTIFICADA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS
SUB PROGRAMA ESCOLAR

2012

ANEXO 10.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA PATRON.



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

Datos generales

Número de muestra : 02 Muestras
Solicita : Fidel Cochama Aytaña
Carmen Flores Ccaña
Muestra : Mezcla instantánea a base de cañihua maiz morado y oca
Fecha de recolección : 28 de Marzo de 2014
Hora de recolección : 10: 26 A.M

RESULTADOS

Microorganismos	Resultados		Parámetros microbiológicos	
	Formulación 1	Formulación 2	m	M
Aerobios mesofilos	<100	<100	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	4	<5	10	10 ²
Bacillus cereus	0	0	10 ²	10 ⁴
Hongos/g	1	1	10 ²	10 ⁴
Salmonella sp/25g	Ausencia	Ausencia	0	-----

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Método estandarizado de fermentación de tubo múltiple de coliformes.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- NTS N° 071-MINSA/DIGESA-VO1-2008; Categoría V; ítem 7. Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas) que no requieren cocción.

CONCLUSION: De acuerdo a los resultados del análisis establecido en el documento de referencia por lo que se concluye que ES APTO para el consumo humano.



12/04/2014

Blga. Elizabet Samánez Gibaja
MICROBIOLOGÍA EN BIOTECNOLOGÍA

Blga. Rocío M. Escalante Guzmán
MICROBIOLOGÍA EN BIOTECNOLOGÍA

ANEXO 11.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS FINAL.



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

Datos generales

Número de muestra : 12
Solicita : Fidel Cochama Aytara
Carmen Flores Ccasa
Muestra : Mezcla instantánea a base de cañihua maiz morado y oca
Fecha de recolección : 08 de Octubre del 2014

RESULTADOS

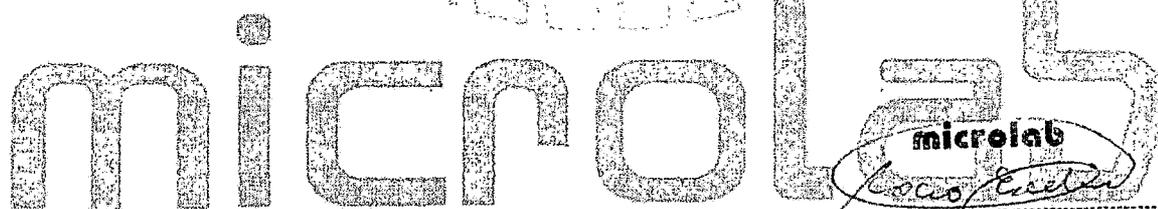
TRATAMIENTOS		MICROORGANISMOS				
		Aérobios mesófilos	Coliformes	Bacillus cereus	Hongos/g	Salmonella sp/25g
T ₁		<100	3	0	1	AUSENTE
T ₂		<100	3	0	1	AUSENTE
T ₃		<100	4	0	1	AUSENTE
T ₄		<100	4	0	1	AUSENTE
T ₅		<100	3	0	2	AUSENTE
T ₆		<100	4	0	1	AUSENTE
T ₇		<100	3	0	1	AUSENTE
T ₈		<100	3	0	1	AUSENTE
T ₉		<100	4	0	1	AUSENTE
T ₁₀		<100	3	0	1	AUSENTE
T ₁₁		<100	3	0	1	AUSENTE
T ₁₂		<100	<5	0	1	AUSENTE
Parámetros microbiológicos	m	10 ⁴	10	10 ²	10 ²	0
	M	10 ⁵	10 ²	10 ⁴	10 ⁴	-----

METODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Método estandarizado de fermentación de tubo múltiple de coliformes.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- NTS N° 071-MINSA/DIGESA-VO1-2008; Categoría V; ítem 7. Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas) que no requieren cocción.

CONCLUSION: De acuerdo a los resultados del análisis establecido en el documento de referencia por lo que se concluye que ES APTO para el consumo humano.



20/10/2014

Blga. Rocío M. Escalante Guzmán
MICROBIOLOGÍA Y MG EN BIOTECNOLOGÍA

ANEXO 12.

REQUISITOS DE CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS.

PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION SUB-PROGRAMA ESCOLAR

Cada ración de 50 g debe contener como mínimo:

Hierro (mg)	:	6.0
Calcio(mg)	:	600
Fósforo (mg)	:	300
Zinc(mg)	:	6.0
Vitamina A (ug RE)	:	800
Acido Fólico (ug)	:	75.0
Vitamina B12 (ug)	:	1.02
Vitamina B6(mg)	:	0.89
Tiamina (mg)	:	0.66
Riboflavina (mg)	:	0.78
Niacina (mg)	:	8.70
Vitamina C (mg)	:	47.50

IV. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Limite por g/ml	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Mohos	6	3	5	1	10 ³	10 ⁴
Levaduras	3	3	5	1	10 ³	10 ⁴
Coliformes	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella</i> /25 g(*)	12	2	20	0	0	-----

(*) Usar unidades analíticas de 25 g que puedan juntarse, para un mínimo de 5 marchas analíticas

Fuente: Resolución Ministerial N° 451-2006/MINSA
Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA

V. CALIDAD ORGANOLEPTICA Y ACEPTABILIDAD

El producto preparado debe ser homogéneo y no presentar sedimentación ni grumos.
De color y olor característico.

MEZCLA FORTIFICADA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS
SUB PROGRAMA ESCOLAR
2012



Handwritten signature



ANEXO 13.

**RESULTADOS DE INDICE DE PEROXIDOS EVALUADOS DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS**

QUIMICA LAB - CUSCO

DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0042 - 14 ANALISIS INDICE DE PEROXIDOS DE ALIMENTOS INSTANTANEOS

TESISTAS : Bach. CARMEN FLORES CCASA
: Bach. FIDEL CELIO COCHAMA AYTARA
PROCEDENCIA : UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI
PRODUCTO : ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE GRITZ DE CAÑIHUA,
MAIZ MORADO Y OCA NEGRA
ANALISIS : INDICE DE PEROXIDOS DEL ALIMENTO ALMACENADO
NRO DE MUESTRAS : 12 MUESTRAS
FECHA DE CERTIFICACION : 22/05/2014

RESULTADO DE ANALISIS

Tiempo de almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento	TRATAMIENTOS	INDICE DE PEROXIDOS meq/kg de grasa
2 MESES	TEMPERATURA 5°C HUMEDAD 48%	T ₁	0.77
		T ₄	0.76
		T ₇	0.79
		T ₁₀	0.78
	TEMPERATURA 17°C HUMEDAD 54%	T ₂	0.79
		T ₅	0.81
		T ₈	0.83
		T ₁₁	0.81
	TEMPERATURA 40°C HUMEDAD 28%	T ₃	0.83
		T ₆	0.85
		T ₉	0.84
		T ₁₂	0.85



MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 16189



QUIMICA LAB - CUSCO

DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0048 - 14 ANALISIS INDICE DE PEROXIDOS DEL ALIMENTO INSTANTANEO

TESISTAS : Bach. CARMEN FLORES CCASA
: Bach. FIDEL CELIO COCHAMA AYTARA
PROCEDENCIA : UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI
PRODUCTO : ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE GRITZ DE CAÑIHUA,
MAIZ MORADO Y OCA NEGRA
ANALISIS : INDICE DE PEROXIDOS DEL ALIMENTO ALMACENADO
NRO DE MUESTRAS : 12 MUESTRAS
FECHA DE CERTIFICACION : 28/07/2014

RESULTADO DE ANALISIS

Tiempo de almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento	TRATAMIENTOS	INDICE DE PEROXIDOS meq/kg de grasa
4 MESES	TEMPERATURA 5°C HUMEDAD 48%	T ₁	0.80
		T ₄	0.79
		T ₇	0.81
		T ₁₀	0.83
	TEMPERATURA 17°C HUMEDAD 54%	T ₂	0.84
		T ₅	0.86
		T ₈	0.88
		T ₁₁	0.87
	TEMPERATURA 40°C HUMEDAD 28%	T ₃	0.95
		T ₆	0.96
		T ₉	0.93
		T ₁₂	0.96



MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 16188



QUIMICA LAB - CUSCO

DE: LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ HOLGADO
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES: AGUAS, MEDIO AMBIENTE Y
SERVICIOS A FINES
RUC N° 10238163001 - TELF 271966

INFORME N° LQ 0055 - 14 ANALISIS INDICE DE PEROXIDOS DEL ALIMENTO INSTANTANEO

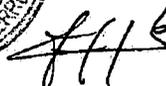
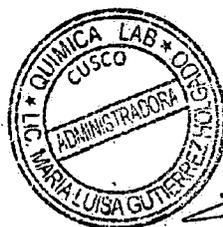
TESISTAS : Bach. CARMEN FLORES CCASA
: Bach. FIDEL CELIO COCHAMA AYTARA
PROCEDENCIA : UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI
PRODUCTO : ALIMENTO INSTANTANEO A BASE DE GRITZ DE CAÑIHUA,
MAIZ MORADO Y OCA NEGRA
ANALISIS : INDICE DE PEROXIDOS DEL ALIMENTO ALMACENADO
NRO DE MUESTRAS : 12 MUESTRAS
FECHA DE CERTIFICACION : 12/10/2014

RESULTADO DE ANALISIS

Tiempo de almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento	TRATAMIENTOS	INDICE DE PEROXIDOS meq/kg de grasa
6 MESES	TEMPERATURA 5°C HUMEDAD 48%	T ₁	0.87
		T ₄	0.89
		T ₇	0.91
		T ₁₀	0.91
	TEMPERATURA 17°C HUMEDAD 54%	T ₂	0.98
		T ₅	0.99
		T ₈	1.01
		T ₁₁	1.08
	TEMPERATURA 40°C HUMEDAD 28%	T ₃	1.34
		T ₆	1.32
		T ₉	1.43
		T ₁₂	1.54



MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 16189



ANEXO 14.

REQUISITOS PARA EL PROCESO DE ENVASADO Y TIEMPO DE VIDA UTIL

PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION

SUB-PROGRAMA ESCOLAR

X. ENVASADO

10.1 Envase mediato o bolsón:

El envase exterior deberá ser bolsas de polietileno transparente de alta densidad de mínimo 3.5 milésimas de pulgada de espesor (con antideslizante y fuelle en la base) y sellado herméticamente al calor, con capacidad para 25 bolsas de 1Kg cada una.

10.2 Envase inmediato o bolsa:

El envase interior deberá ser de material opaco con barrera protecto luz y barrera de oxígeno pudiendo ser: **material bilaminado** (BOPP polipropileno de 20 micrones mínimo con polietileno de 40 micrones mínimo) o **polietileno coextruido**. En ambos casos el espesor de la lámina deberá ser 70 micrones mínimo. El cual deberá estar sellado automático herméticamente al calor por ambos extremos y transversalmente o sellado manual con adecuado vacío. No deberá permitir la visualización del producto. El peso neto por cada bolsa será de 1 Kg. Queda prohibido el reenvasado posterior, de productos ya envasados en sus envases de origen, dado el riesgo de contaminación cruzada.

Nota:

Los empaques del envase mediato o bolsón deberán ser fabricadas con un aditivo especial (OXO-Biodegradable), que al entrar en contacto con el oxígeno, la luz solar y el estrés mecánico hace que la bolsa plástica se fragmente en pedazos pequeños, permitiendo que microorganismos bacterias, hongos, ingesten el material de la bolsa convirtiéndolo en agua (H₂O=1%), biomasa (98%), CO₂ (1%), no conteniendo metales pesados. Deberá contar con certificación para el contacto con alimentos y cumplir con las directivas de la Unión Europea N° (2002/72/EC) y la US FFDC ACT (FDA) USA. Se hace referencia al Decreto Supremo: DS-011-2010-MINAM emitido el 27/08/2010, Artículo 4.1.5: b) Las Entidades del Sector Público, deberán comprar y utilizar obligatoriamente bolsas de plástico biodegradables.

XI. TIEMPO DE VIDA UTIL

El tiempo de vida útil del producto es Seis (06) meses.

El producto deberá ser procesado específicamente para cada entrega y como máximo deberá procesarse 30 días antes de la fecha de entrega establecida, para asegurar su vigencia.

XII. ETIQUETADO

El rótulo se consignará en todo envase de presentación unitaria, con caracteres de fácil lectura, de colores indelebles, expresado en idioma español, en forma completa y clara, **estando terminantemente prohibido el uso de stickers o etiquetas autoadhesivas en el envase inmediato.**

MEZCLA FORTIFICADA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS
SUB PROGRAMA ESCOLAR

2012

Página 6 de 8

25/01/12

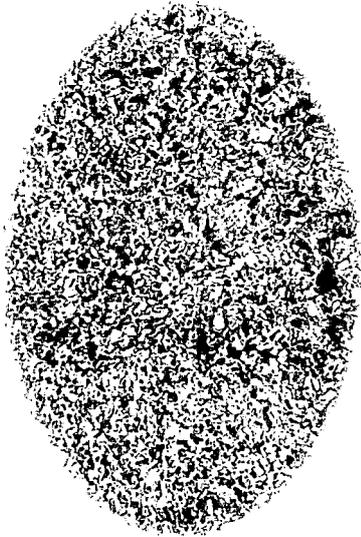
PRONAA-UGATSAN



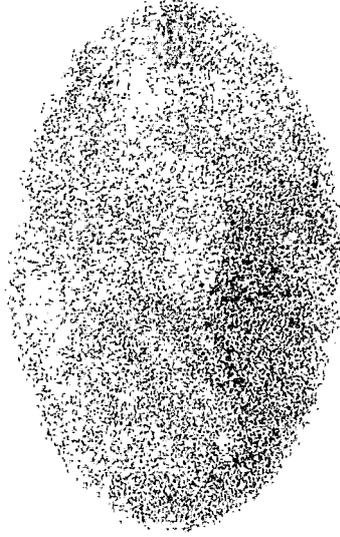
ANEXO 15.

FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

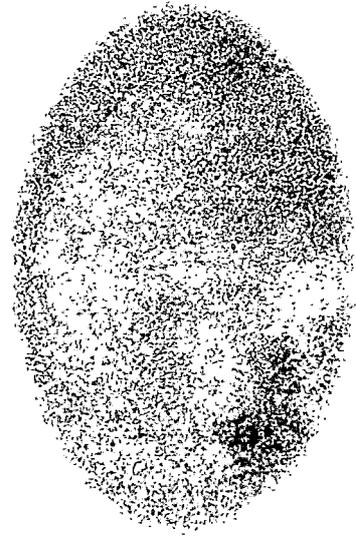
**FOTOGRAFIAS DEL PROCESO DE EXTRUSION Y PREPARACION DEL
ALIMENTO INSTANTANEO**



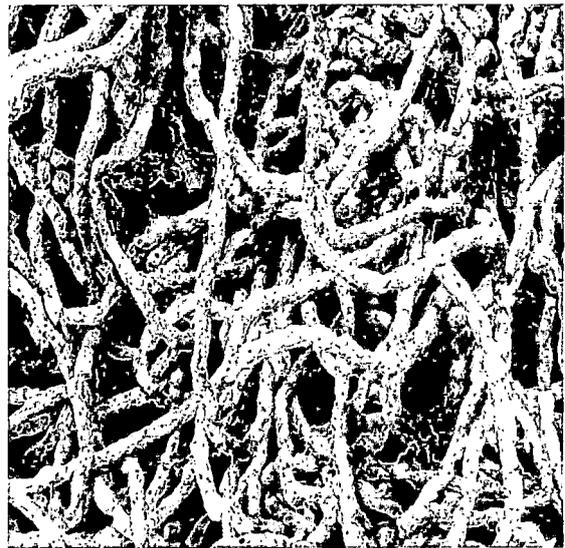
Grits de Maíz Morado



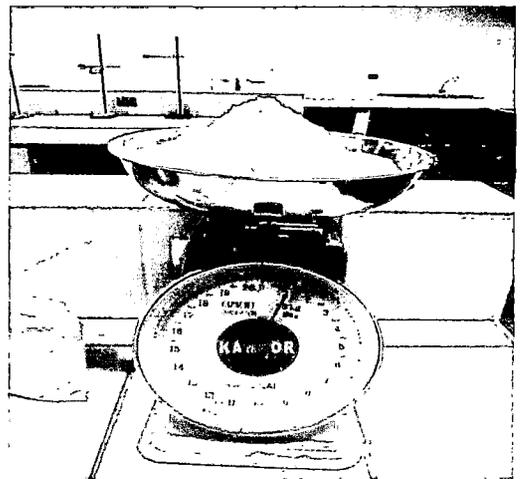
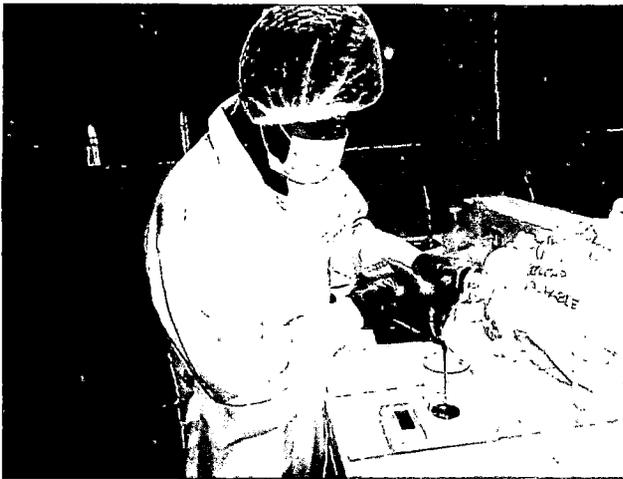
Grits de Cañihua



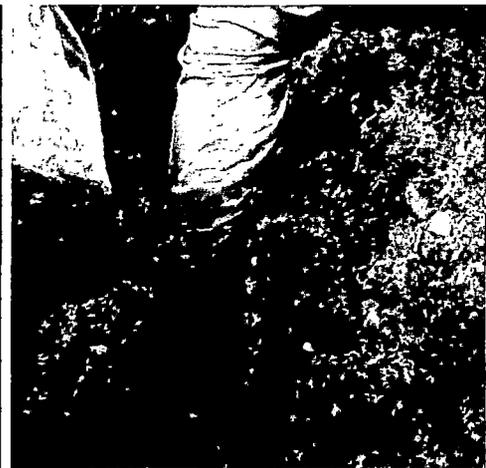
Grits de Oca Negra



EXTRUIDO DE LAS MUESTRAS



PESADO DE LOS INSUMOS

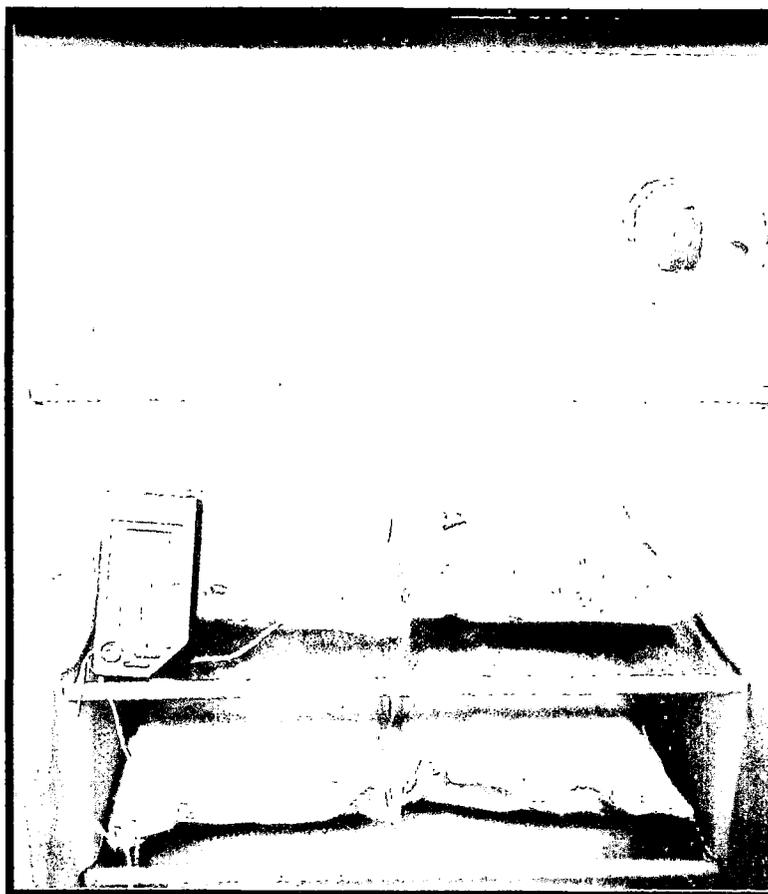
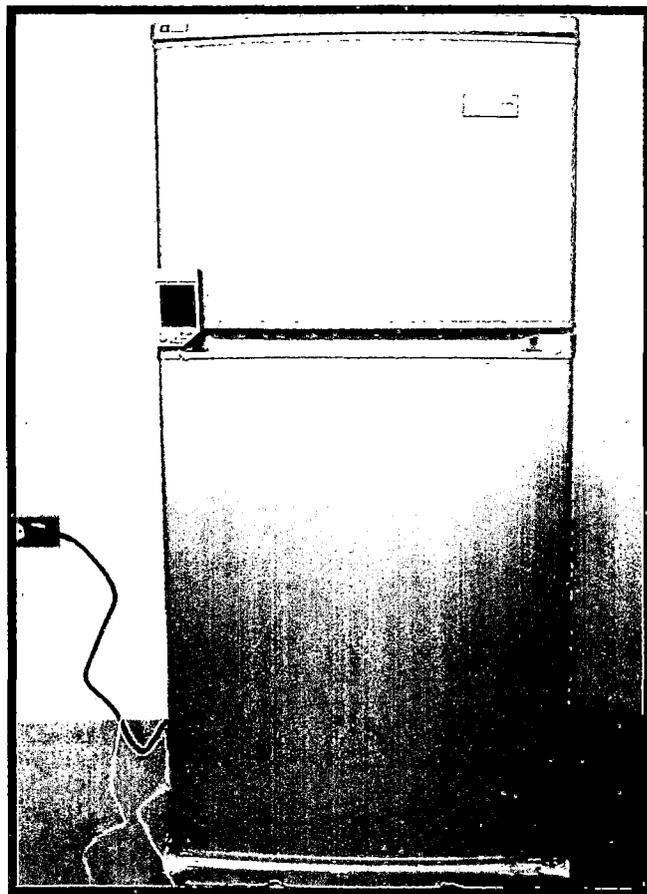


MEZCLADO CON LOS INSUMOS

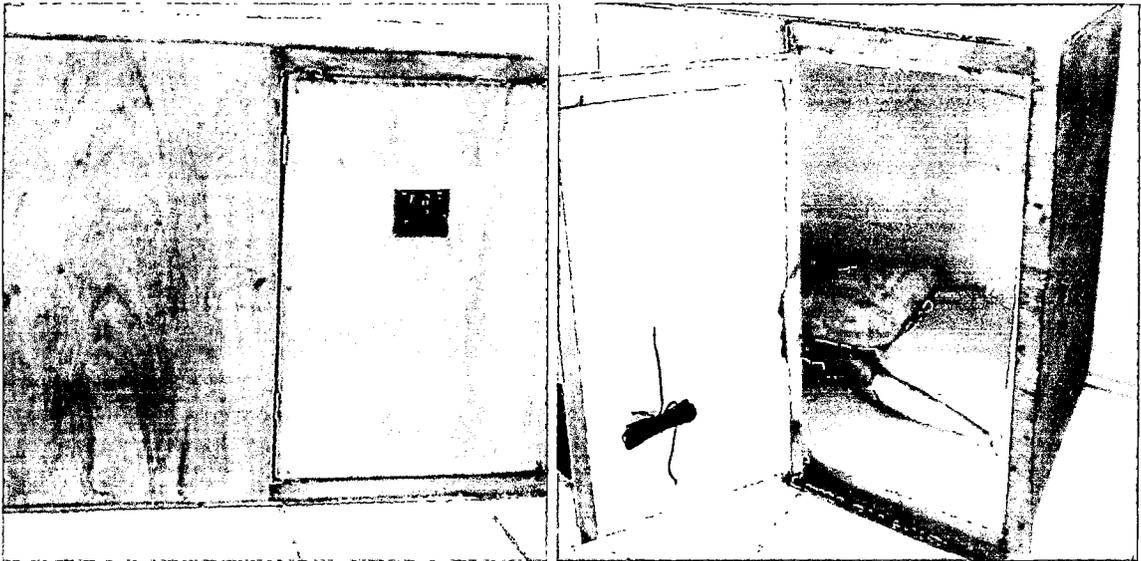


ENVASADO DE LAS MUESTRAS PATRON

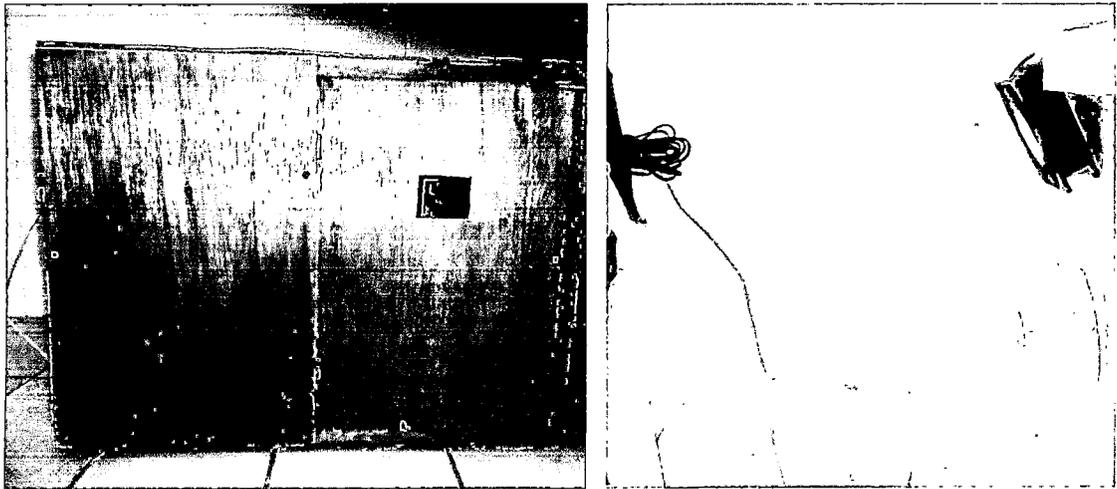
FOTOGRAFIAS DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DEL ALIMENTO INSTANTANEO



ALMACENAMIENTO DEL ALIMENTO INSTANTANEO A 5°C Y 28% DE HUMEDAD RELATIVA



ALMACENAMIENTO DEL ALIMENTO INSTANTANEO A 17°C Y 49% DE HUMEDAD RELATIVA

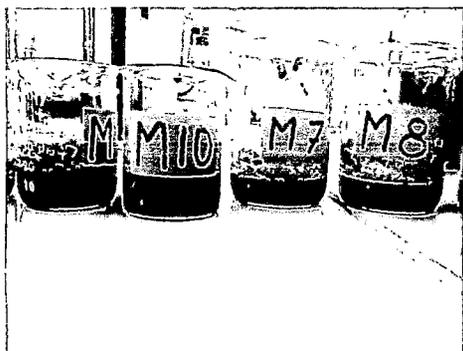


ALMACENAMIENTO DEL ALIMENTO INSTANTANEO A 40°C Y 90% DE HUMEDAD RELATIVA

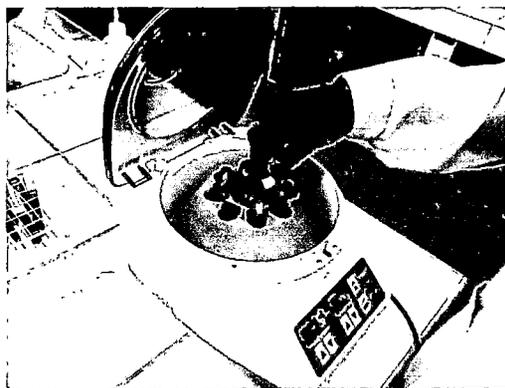
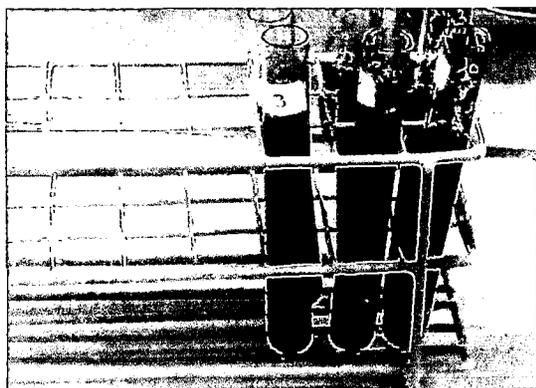
**FOTOGRAFIAS DEL ANALISIS REALIZADOS PARA LA CUANTIFICACION DE
LOS COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE**



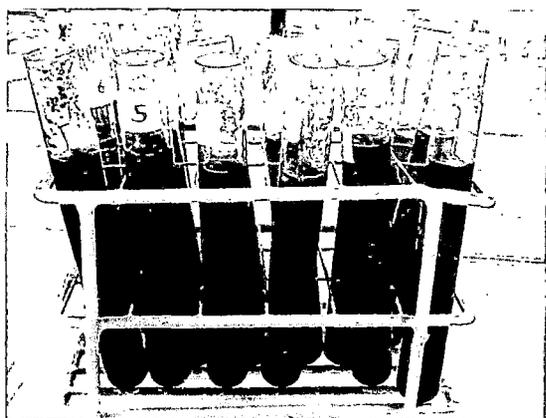
PESADO DE LAS MUESTRAS



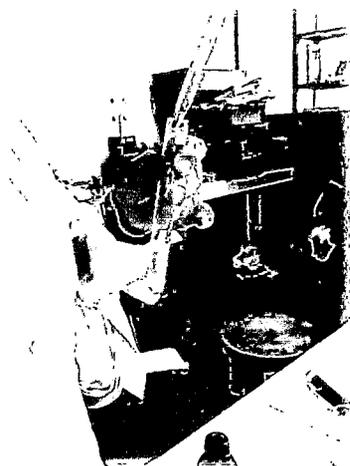
DILUCION DE LAS MUESTRAS



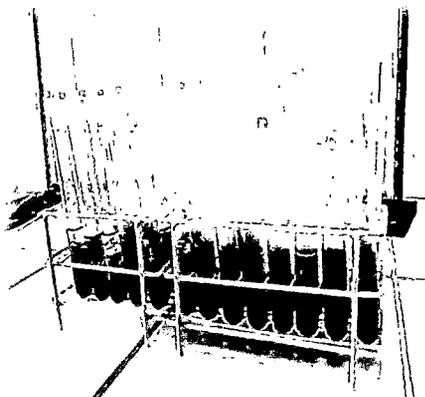
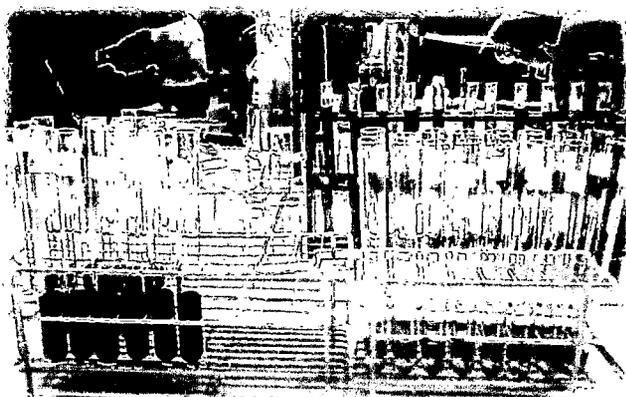
CENTRIFUGACION DE LAS MUESTRAS Y EXTRACTOS



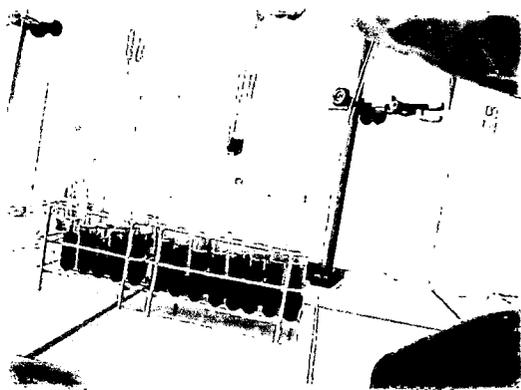
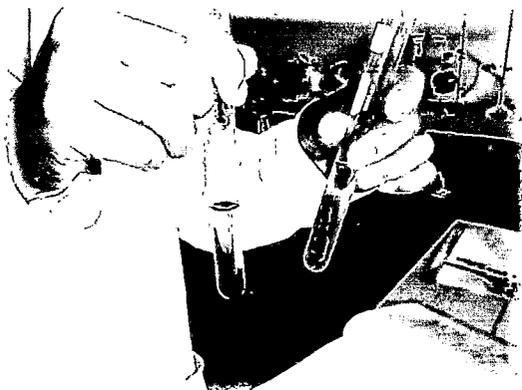
EXTRACCION DE LAS MUESTRAS PARA LA CUANTIFICACION



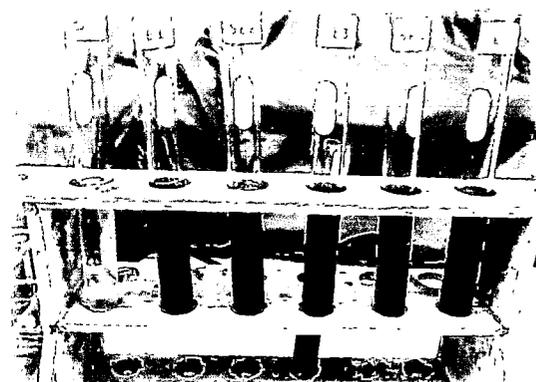
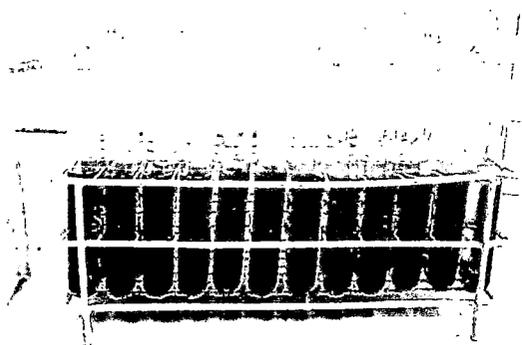
ADICION DE REACTIVOS A LOS EXTRACTOS PARA EL ESTUDIO



MUESTRAS PREPARADAS PARA LA CUANTIFICACION DE COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE



MUESTRA PATRON DE ANTIOXIDANTES Y ESTANDARES

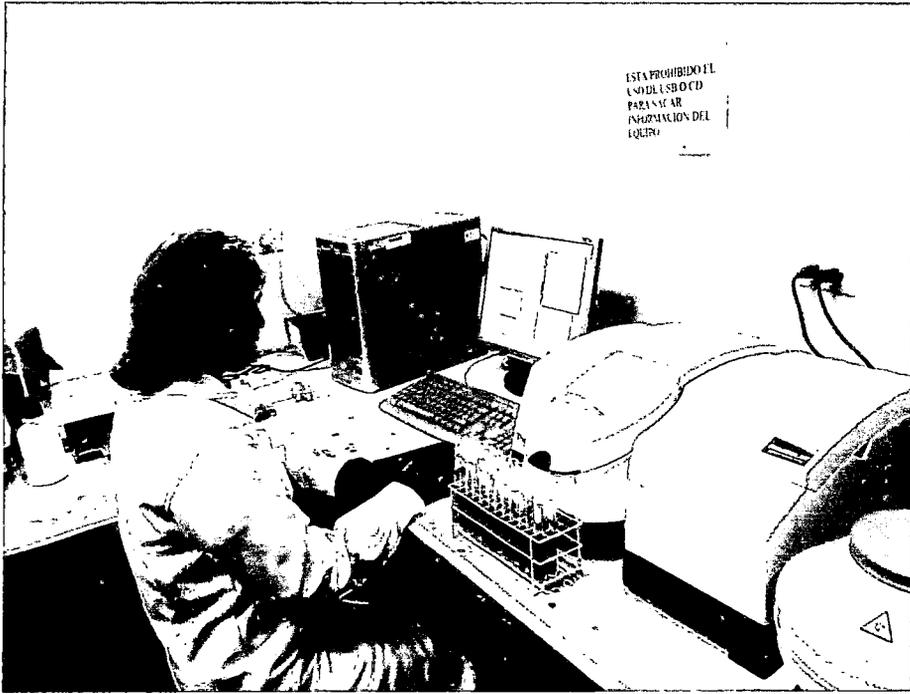


MUESTRA DE FENOLES TOTALES

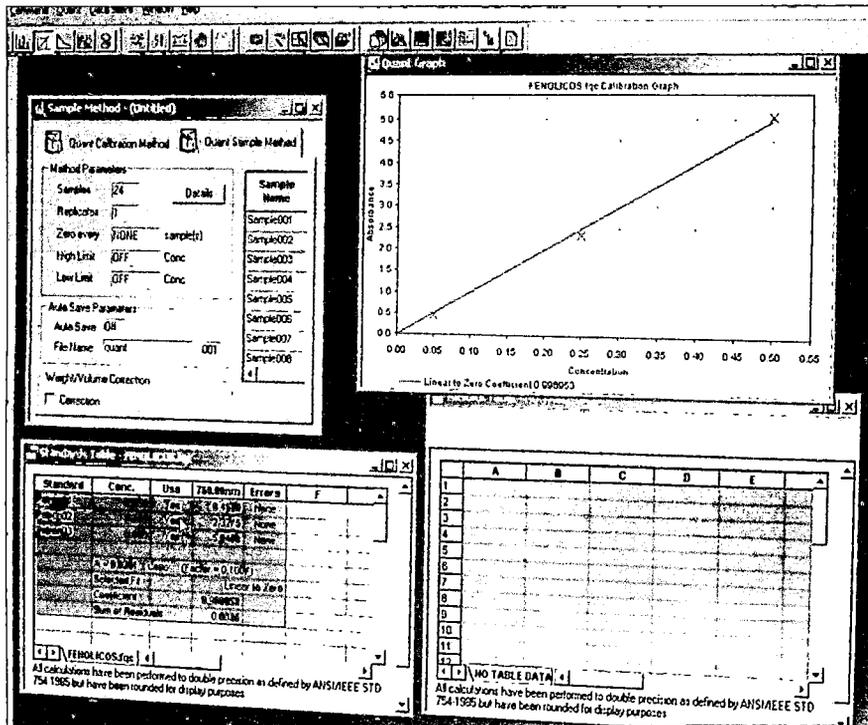
MUESTRA PATRON

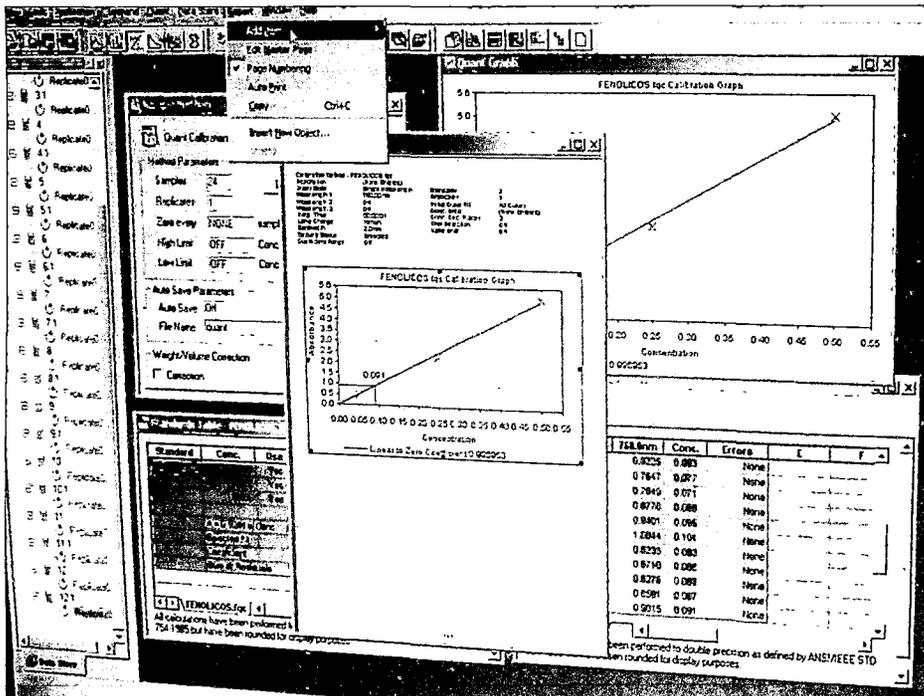
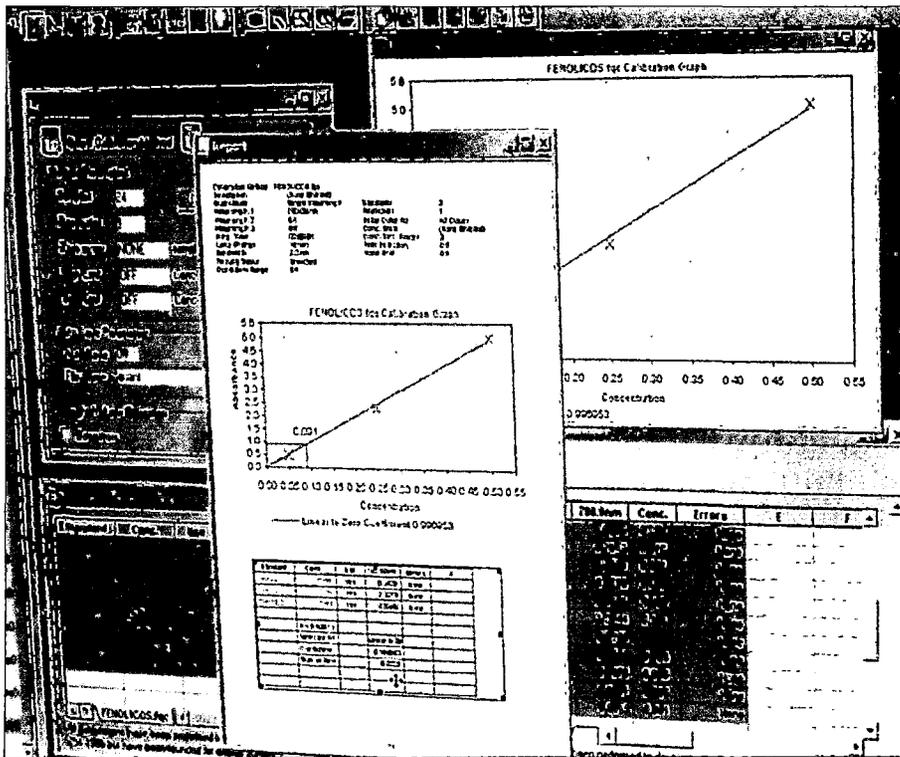


**PREPARACION ESPECTROFOTOMETRICAMENTE DE LAS MUESTRAS DE
COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES**



LECTURA EN EL ESPECTROFOTOMETRO DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS

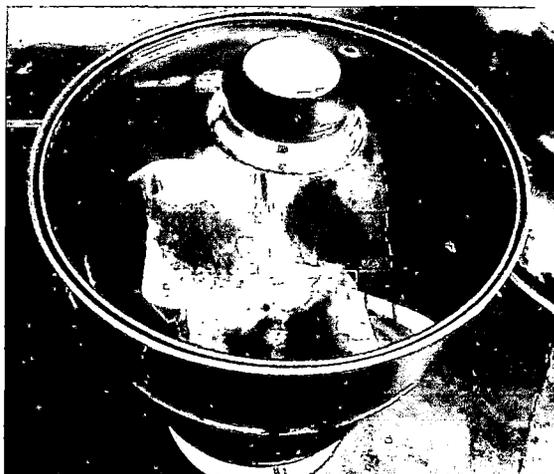




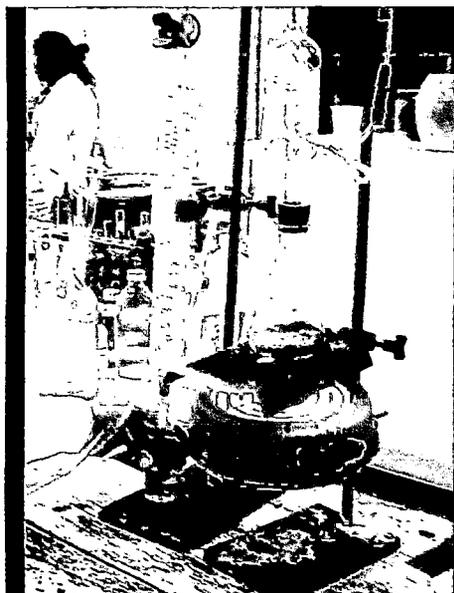
FOTOGRAFIAS DEL ANALISIS FISICO QUIMICOS



PREPARACION DE LAS MUESTRAS



CALCINACION DE LAS MUESTRAS



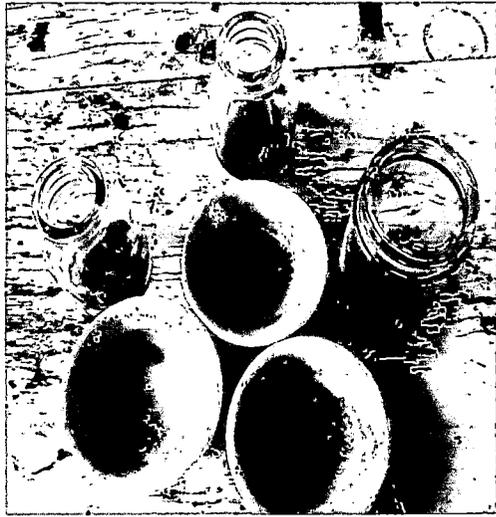
DESTILACION DEL NITROGENO



TITULACION DEL NITROGENO



MUESTRAS OBTENIDAS DESPUES DE LA TITULACION



OBTENCIÓN DE FIBRA