

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE
PRODUCCION Y SERVICIOS



ALGORITMO OPTIMIZADOR PARA LA MINIMIZACIÓN DE
ACRILAMIDA EN FUNCIÓN A FACTORES INTERVINIENTES EN EL
PROCESO PRODUCTIVO DE HOJUELAS DE POTA

Tesis presentada por la Maestra:

ANA MARIA GUZMAN NEYRA

Para optar el Grado Académico de Doctora en
Ciencias: Ingeniería de Producción

Asesor:

DR. HAROLD PETER HARRY GOMEZ
CORNEJO GONZALES

AREQUIPA – PERU

2020

Asesor de tesis:

Dr. Harold Peter Harry Gómez Cornejo Gonzales

Jurado Examinador:

Dr. Cesar Basilio Baluarte Araya

Dr. Harold Peter Harry Gómez Cornejo Gonzales

Dr. José Javier Zavala Fernández

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mi madre que siempre está ahí alentándome y a mi padre que en paz descansa, son ellos los que motivaron a seguir y lograr mis metas.

A mi esposo Willy, a mis queridos hijos María Alejandra y Christian Gonzalo por motivarme y acompañarme en este proceso

A todos los que cooperaron con la realización del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza para seguir desarrollándome y brindarme la sabiduría para culminar este trabajo y a la Virgen de Chapi por haber intercedido por mí siempre.

A mi madre por su amor incondicional que siempre me ha brindado, a mis hermanos (as), quiero hacer especial mención a mi padre ya fallecido; por ser parte importante en mi vida.

A mi esposo Willy, e hijos María Alejandra y Christian Gonzalo quienes en forma paciente y comprensible me apoyaron en el logro de esta meta. Gracias por ser parte de mi vida, este logro considérenlo como ejemplo de que con perseverancia se logra lo que se desea.

Al Dr. Harold Peter Harry Gomez Cornejo Gonzales, por su asesoría, por su orientación y apoyo desde el primer momento en que le solicite me asesore, por todo el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y su valioso aporte mediante observaciones, sugerencias. Gracias

A mis Jurados: Dr. José Zavala Fernández y Dr. Cesar Baluarte Araya; por su colaboración en la revisión exhaustiva de la presente tesis.

Al Departamento de Ingeniería Pesquera – UNSA, por permitirme utilizar sus instalaciones del laboratorio de Tecnología y Productos Curados para desarrollar la parte experimental y análisis del presente trabajo de investigación.

A todos muchos gracias

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE.....	IV
INDICE DE CUADROS	X
INDICE DE FIGURAS	XV
INDICE DE ANEXOS	XVIII
ABREVIATURAS	XIX
RESUMEN	XXI
SUMMARY.....	XXII
INTRODUCCION.....	XXIII
1. CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	1
1.1. EL PROBLEMA Y SU FORMULACION.....	1
1.1.1. Descripción de la realidad problematizada.....	1
1.1.2. Planteamiento del problema	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. HIPÓTESIS.....	5
1.6. VARIABLES	5

1.6.1.	Variables intervinientes	5
1.6.2.	Operacionalización de variables intervinientes	5
1.7.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	5
1.8.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	5
2.	CAPITULO II.....	6
	MARCO TEORICO	6
2.1.	ANTECEDENTES	6
2.1.1.	Proceso.....	6
2.1.2.	Aglutinantes.....	8
2.1.3.	Fritura	8
2.1.4.	Contenido de Acrilamida.....	9
2.2.	ACRILAMIDA	11
2.2.1.	Definición	11
2.2.2.	Propiedades físicas de la Acrilamida.....	11
2.2.3.	Mecanismos de formación de Acrilamida	12
2.2.4.	Factores que inciden en la formación de la acrilamida	13
2.2.5.	Medidas de mitigación.....	18
2.2.6.	Exposición alimentaria	23
2.2.7.	Niveles de acrilamida en alimentos y su ingesta diaria	23
2.2.8.	Propiedades físicas asociadas con la formación de acrilamida	28
2.3.	MATERIA PRIMA – CALAMAR GIGANTE.....	29
2.3.1.	Clasificación taxonómica	30
2.3.2.	Composición física	30
2.3.3.	Composición química.....	31
2.3.4.	Desembarque	34

2.3.5.	Distribución	36
2.3.6.	Reproducción.....	38
2.3.7.	Exportación.....	39
2.4.	ARROZ INTEGRAL	40
2.4.1.	Estructura y composición nutricional	41
2.4.2.	Producción del arroz.....	44
2.4.3.	Consumo de arroz en el Perú.....	45
2.4.4.	Exportaciones del arroz	45
2.4.5.	Intolerancia a las Prolaminas y Gluten	46
2.5.	HOJUELAS	47
2.5.1.	Definición	47
2.5.2.	Análisis físico – organoléptico	48
2.5.3.	Composición química y valor nutritivo	48
2.5.4.	Tipo de hojuelas.....	52
2.5.5.	Proceso de Fritura de alimentos.....	53
2.5.6.	Consumo de frituras en el Perú.....	54
2.5.7.	Características de los ingredientes empleados en la elaboración de hojuelas	55
2.6.	CONSUMO DE PRODUCTOS FRITOS.....	64
2.7.	EVALUACIÓN SENSORIAL	66
2.8.	PRUEBA DE ACEPTABILIDAD	68
2.9.	NORMAS TÉCNICAS DE SNACKS.....	68
2.10.	VIDA ÚTIL	69
2.10.1.	Índice de peróxido.....	70
2.10.2.	Pruebas aceleradas	71
2.11.	TASA METABÓLICA BASAL.....	72

2.11.1.	Factores que influyen en el metabolismo basal	73
2.11.2.	Cálculo del metabolismo basal	75
3.	CAPITULO III	78
	MATERIAL Y METODOS	78
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	78
3.2.	MATERIA PRIMA, INSUMOS Y EQUIPOS	78
3.2.1.	Materia prima	78
3.2.2.	Insumos.....	78
3.2.3.	Equipos de trabajo	78
3.3.	PROCESAMIENTO	79
3.3.1.	Recepción de Materia Prima.....	79
3.3.2.	Lavado	81
3.3.3.	Pelado	81
3.3.4.	Picado	81
3.3.5.	Primer Lavado – Prensado.....	82
3.3.6.	Segundo Lavado – Prensado.....	83
3.3.7.	Homogeneizado	83
3.3.8.	Embutido	85
3.3.9.	Tratamiento Térmico	85
3.3.10.	Enfriado.....	86
3.3.11.	Rebanado.....	87
3.3.12.	Secado	87
3.3.13.	Fritado	88
3.3.14.	Enfriado.....	88
3.3.15.	Control de Calidad	89

3.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL	90
3.4.1.	Experimento N° 1	90
3.4.2.	Experimento N° 2	90
3.4.3.	Experimento N° 3	92
3.4.4.	Experimento N° 4	92
3.4.5.	Experimento N° 5	93
3.4.6.	Diseño del algoritmo minimizador de acrilamida	93
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	94
3.6.	MÉTODO DE ANÁLISIS	94
3.6.1.	Análisis de la materia Prima.....	94
3.6.2.	Análisis del Producto final	94
4.	CAPITULO IV	95
	RESULTADOS Y DISCUSION	95
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	95
4.1.1.	Características organolépticas	95
4.1.2.	Características Bromatológicas	96
4.2.	DE LOS EXPERIMENTOS	97
4.2.1.	Experimento N°1. Solución adecuada de aditivo químico para el lavado de la pulpa de papa para minimizar el contenido de acrilamida	97
4.2.2.	Experimento N°2: Porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida	114
4.2.3.	Experimento N°3. Tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final.....	129
4.2.4.	Experimento N°4. Determinación de temperatura de fritado para minimizar el contenido de acrilamida.....	143
4.2.5.	Experimento N°5. Determinación del tiempo de Vida Útil.....	158

4.3.	RESUMEN RESULTADOS DE EXPERIMENTOS.....	165
4.4.	PRODUCTO FINAL	167
4.5.	RENDIMIENTO Y COSTOS DEL PROCESO.....	169
4.6.	DISEÑO DEL ALGORITMO MINIMIZADOR DE ACRILAMIDA	171
4.6.1.	Cálculo de dieta tasa metabólica basal según HARRIS BENEDICT	171
4.6.2.	Cálculo de Macronutrientes necesarios	172
4.6.3.	Cantidad de Macronutrientes (gramos) requeridas en el producto final	174
4.6.4.	Enunciado del problema para la obtención del algoritmo minimizador de acrilamida en base a la dieta TMB obtenida.....	176
	CONCLUSIONES.....	182
	RECOMENDACIONES	184
	BIBLIOGRAFÍA	185
	ANEXOS	197

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Propiedades físicas de la acrilamida	12
Cuadro 2. Valores medios y máximos de acrilamida en diferentes alimentos	25
Cuadro 3. Niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios (2013).....	26
Cuadro 4. Niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios (2017).....	27
Cuadro 5. Ingesta diaria tolerable (IDT) de acrilamida.....	28
Cuadro 6. Composición física de la papa.....	31
Cuadro 7. Análisis proximal de la papa	32
Cuadro 8. Macro y Microelementos de la papa	33
Cuadro 9. Contenido de nitrógeno proteico y no proteico en el músculo de la papa.....	34
Cuadro 10. Perú: Desembarque de papa (2009 – 2018 TM).....	35
Cuadro 11. Composición de nutrientes del arroz blanco y arroz integral	43
Cuadro 12. Producción nacional de arroz cáscara (2008-2017).....	44
Cuadro 13. Composición química proximal del snack sin freír	48
Cuadro 14. Composición química proximal de hojuelas de papa	49
Cuadro 15. Características sensoriales de las hojuelas de pescado	52
Cuadro 16. Contenido de grasas del aceite de oliva	63
Cuadro 17. Nivel de actividad (TMB).....	77
Cuadro 18. Formulación de Hojuelas de papa	84
Cuadro 19. Formulación de hojuelas de papa con harina de arroz integral	91
Cuadro 20. Características organolépticas de la papa para la elaboración de hojuelas de papa	95
Cuadro 21. Análisis químico proximal del tubo de papa	96
Cuadro 22. Contenido de acrilamida en hojuelas de papa lavado con Bicarbonato y Ácido cítrico	98
Cuadro 23. Resultados del análisis sensorial de los atributos olor - sabor, textura y apariencia de las hojuelas de papa lavado con bicarbonato y ácido cítrico	99

Cuadro 24. Resultados del análisis sensorial de los atributos olor - sabor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	101
Cuadro 25. Rango promedio de la prueba sensorial de sabor y olor	102
Cuadro 26. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	103
Cuadro 27. Prueba de Tukey para el sabor y olor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	103
Cuadro 28. Resultados del análisis sensorial del atributo textura de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	105
Cuadro 29. Rango promedio de la prueba sensorial de textura	106
Cuadro 30. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	106
Cuadro 31. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	107
Cuadro 32. Resultados del análisis sensorial del atributo apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	109
Cuadro 33. Rango promedio de la prueba sensorial de apariencia.....	110
Cuadro 34. Prueba de Friedman para la Apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	110
Cuadro 35. Prueba de Tukey para la apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	111
Cuadro 36. Formulación de hojuelas de pota con harina de arroz integral	114
Cuadro 37. Contenido de Acrilamida de hojuelas de pota con diferentes porcentajes de arroz integral.....	115
Cuadro 38. Análisis sensorial de las hojuelas de pota elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	117
Cuadro 39. Análisis sensorial de las hojuelas de pota del atributo sabor y olor, elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	119
Cuadro 40. Rango promedio de la prueba sensorial de sabor y olor	120
Cuadro 41. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	120

Cuadro 42. Prueba de Tukey para el atributo sabor y olor de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	121
Cuadro 43. Análisis Sensorial de las hojuelas de pota del atributo textura con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	122
Cuadro 44. Rango promedio de la prueba sensorial de textura	123
Cuadro 45. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	123
Cuadro 46. Prueba de Tukey para el atributo textura de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	124
Cuadro 47. Análisis sensorial de las hojuelas de pota del atributo apariencia con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	125
Cuadro 48. Rango promedio de la prueba sensorial de apariencia.....	126
Cuadro 49. Prueba de Friedman para la apariencia de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	126
Cuadro 50. Prueba de Tukey para el atributo de apariencia de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	127
Cuadro 51. Contenido de Acrilamida de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	129
Cuadro 52. Análisis sensorial de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	131
Cuadro 53. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites.....	133
Cuadro 54. Rango promedio de la prueba sensorial de Sabor y Olor	134
Cuadro 55. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites.....	134
Cuadro 56. Prueba de Tukey para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	135
Cuadro 57. Análisis sensorial del atributo textura de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	136
Cuadro 58. Rango promedio de la prueba sensorial de textura de las hojuelas de pota con harina de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	137

Cuadro 59. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceites	137
Cuadro 60. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	138
Cuadro 61. Análisis sensorial del atributo Apariencia de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	139
Cuadro 62. Rango promedio de la prueba sensorial de apariencia de las hojuelas de pota con harina de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	140
Cuadro 63. Prueba de Friedman para la apariencia de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceites.....	141
Cuadro 64. Prueba de Tukey para la apariencia de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	141
Cuadro 65. Contenido de Acrilamida en hojuelas de pota con arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas de frito.....	143
Cuadro 66. Análisis sensorial de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	145
Cuadro 67. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas.....	147
Cuadro 68. Rango promedio de la prueba sensorial de sabor y olor	148
Cuadro 69. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	148
Cuadro 70. Prueba de Tukey para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	149
Cuadro 71. Análisis sensorial del atributo textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	150
Cuadro 72. Rango promedio de la prueba sensorial de textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	151
Cuadro 73. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	151
Cuadro 74. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	152

Cuadro 75. Análisis sensorial del atributo apariencia de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	153
Cuadro 76. Rango promedio de la prueba sensorial de textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	154
Cuadro 77. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	154
Cuadro 78. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	155
Cuadro 79. Índice de Peróxido de hojuelas de pota con harina integral de arroz frito con aceite de maíz a 180°C.....	159
Cuadro 80. Logaritmo natural del índice de peróxidos	160
Cuadro 81. Constante de velocidad de reacción.....	162
Cuadro 82. Vida útil de las hojuelas de pota con arroz integral a diferentes temperaturas	164
Cuadro 83. Resumen contenido de acrilamida por experimentos	165
Cuadro 84- Resumen resultados de análisis sensorial por experimentos	166
Cuadro 85. Análisis Organoléptico de hojuelas de pota con harina de arroz.....	167
Cuadro 86. Análisis químico proximal de hojuela de pota enriquecido con harina de arroz integral.....	167
Cuadro 87. Rendimientos para la elaboración de hojuelas de pota con harina de arroz integral.....	169
Cuadro 88. Costo de la elaboración de hojuelas de pota con harina integral de arroz frito con aceite de maíz a 180°C.....	170
Cuadro 89. Evaluación Sensorial de hojuelas de pota con arroz integral frito con aceite de maíz a diferentes temperaturas	175
Cuadro 90. Datos para la aplicación en Programación Lineal POM.....	178
Cuadro 91. Resultados de Programación Lineal para cubrir la demanda dietética diaria con el mínimo contenido de acrilamida	180
Cuadro 92. Comprobación del resultado final del régimen alimenticio propuesto	180

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la acrilamida	11
Figura 2. Calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	31
Figura 3. Desembarque de la pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	35
Figura 4. Distribución y concentración del calamar gigante en el litoral peruano	37
Figura 5. Sección longitudinal de la semilla de arroz.....	41
Figura 6. Producción de arroz integral del 2008 al 2017.....	44
Figura 7. Materia prima calamar gigante.....	79
Figura 8. Flujograma para la elaboración de hojuelas de pota con harina de arroz integral	80
Figura 9. Pelado de la pota	81
Figura 10. Picado de la pota	82
Figura 11. Lavado - Prensado 1.....	82
Figura 12. Lavado - Prensado 2.....	83
Figura 13. Homogenizado para hojuelas	84
Figura 14. Embutido de hojuelas.....	85
Figura 15. Tratamiento térmico de hojuelas	86
Figura 16. Enfriado de hojuelas.....	86
Figura 17. Rebanado de hojuelas.....	87
Figura 18. Secado de hojuelas	87
Figura 19. Fritado de hojuelas	88
Figura 20. Enfriado de hojuelas.....	89
Figura 21. Producto final	89
Figura 22. Contenido de Acrilamida en hojuelas de pota lavado con Bicarbonato y Ácido cítrico ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	98
Figura 23. Análisis sensorial de los atributos olor y sabor, textura y apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	100
Figura 24. Análisis Sensorial de los atributos olor - sabor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico.....	102
Figura 25. Análisis Sensorial del atributo Textura de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	106

Figura 26. Resultados del Análisis Sensorial del atributo apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	110
Figura 27. Variación del contenido de Acrilamida en hojuelas de pota con diferentes porcentajes de arroz integral.....	115
Figura 28. Análisis sensorial de los atributos olor y sabor, textura y apariencia de hojuelas de pota elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral.....	118
Figura 29. Análisis Sensorial de los atributos olor - sabor de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	120
Figura 30. Análisis Sensorial del atributo textura de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral	123
Figura 31. Análisis Sensorial del atributo apariencia de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral.....	126
Figura 32. Variación del Contenido de Acrilamida en hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites.....	130
Figura 33. Análisis sensorial de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceites.....	132
Figura 34. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceite.....	134
Figura 35. Análisis sensorial del atributo textura de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites.....	137
Figura 36. Análisis sensorial del atributo Apariencia de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites	140
Figura 37. Contenido de Acrilamida en hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos en aceite de maíz a diferentes temperaturas de frito.....	144
Figura 38. Análisis sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos en aceite de maíz a diferentes temperaturas de frito.....	146
Figura 39. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas.....	148
Figura 40. Análisis sensorial del atributo textura de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	151
Figura 41. Análisis sensorial del atributo apariencia de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas	154

Figura 42. Ln versus el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 30°C.....	161
Figura 43. Ln versus el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 40°C.....	161
Figura 44. Ln versus el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 50°C.....	162
Figura 45. Logaritmo natural de la constante de reacción versus la inversa de la temperatura en grados kelvin.....	162
Figura 46. Temperatura versus el logaritmo natural de los tiempos para cada una de las temperaturas.....	163
Figura 47. Planteamiento de Restricciones en POM	179
Figura 48. Resultados de Programación Lineal.....	179
Figura 49. POM for Windows Gráfico (Obtención de la región de factibilidad).....	180

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Norma Técnica Peruana: NTP 209.226:1984, Bocaditos	198
Anexo B. Reglamento Técnico Ecuatoriano: RTE INEN 060:2012 Bocaditos	211
Anexo C. Características organolépticas y grado de frescura para calamar gigante	222
Anexo D. Características organolépticas de hojuelas.....	223
Anexo E. Análisis Químico Proximal del calamar gigante (Pota)	224
Anexo F. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota lavado con Bicarbonato y Ácido cítrico	225
Anexo G. Cartilla de evaluación sensorial: Hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico	226
Anexo H. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota con sustitución de almidón por harina de arroz integral	227
Anexo I. Cartilla de evaluación sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral	228
Anexo J. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceite.....	229
Anexo K. Cartilla de evaluación sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceite.....	230
Anexo L. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con de aceite de maíz a diferentes temperaturas.....	231
Anexo M. Cartilla de evaluación sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con de aceite de maíz a diferentes temperaturas	232
Anexo N. Vida útil de las hojuelas de pota con arroz integral frito con aceite de maíz a 160°C (Índice de peróxidos)	233
Anexo O. Análisis químico de las hojuelas de pota con harina de arroz integral	234

ABREVIATURAS

AF	Actividad Física
AGM	Ácidos Grasos Monoinsaturados
AGP	Ácidos Grasos Poliinsaturados
AGPI	Ácidos grasos poliinsaturados
AGS	Ácidos Grasos Saturados
AL	Ácido linoleico
APPCC	Análisis de Peligros y Puntos de Control Critico
BMR	Basal Metabolic Rate
CCD	Consumo de Calorías Diarias
CG	Calamar Gigante
CIAA	Industria Agro – Alimentaria de la Unión Europea
CIIC	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
CT	Colesterol Total
DMU	Dosis Máxima de Uso
EEA	Explotadores de Empresa Alimentaria
EFSA	European Food Safety Authority (Agencia Europea de Seguridad Alimentaria)
EP	Ecuaciones Predictivas
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
FDA	Food and Drugs Administration (Agencia de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos)
GE	Gasto Energético
GEB	Gasto Energético Basal

GER	Gasto Energético en Reposo
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
IARC	International Agency for Research on Cancer (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer)
IDT	Ingesta diaria tolerable
IMC	Índice de Masa Corporal
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual
INEI	Instituto Nacional de Estadística de España
INS	Instituto Nacional de Salud
JECFA	Joint Expert Committee on Food Additives
NOAEL	Nivel con efecto adverso no observado
NTP	Normas Técnicas Peruanas
OMS	Organización Mundial de la Salud
Ppb	Partes por billón = $\mu\text{g}/\text{kg}$
PRM	Productos de la Reacción de Maillard
TMB	Tasa Metabólica Basal
UNIFE	Universidad Femenina del Sagrado Corazón
$\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal por día

RESUMEN

La acrilamida es una molécula muy polar altamente soluble en agua, es un compuesto neurotóxico, genotóxico y carcinógeno catalogado como probable carcinógeno para humanos por la agencia Internacional de Investigación en Cáncer; en el 2002 se reportó niveles muy altos de acrilamida en productos fritos, tostados o asados por encima de 120°C ello genero preocupación por el riesgo que representa para la salud pública, por lo que en el presente trabajo de investigación, surge la necesidad de plantear estrategias para conseguir la disminución de la concentración o incluso evitar su formación, para ello se empleó aditivos, aglutinantes, diferentes tipo de aceite, diferentes temperaturas de fritura que nos proporcionen menos contenido de acrilamida.

Se determinó que el aditivo adecuado para el lavado de la pulpa de papa que permita la reducción de acrilamida del producto final fue la combinación de 0.75% de ácido cítrico y 0,75% de bicarbonato de sodio.

El porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida fue 20% porcentaje que no altero las características organolépticas del producto final.

Se determinó que el tipo de aceite que logró la reducción de la acrilamida en el producto final fue el aceite de maíz seguido del aceite de oliva y por último el aceite de girasol.

La temperatura adecuada para el fritado fue 180°C porcentaje que permitió obtener un producto con características sensoriales de gran aceptabilidad y con el mínimo contenido de acrilamida en el producto final.

De acuerdo con los resultados se puede observar que el producto tendrá una vida útil de 75.32 días equivalente a 2.51 meses.

Se diseño el producto dietético en base a Pota aplicando técnicas de minimización, para la Acrilamida utilizando Programación Lineal, esto implica consumir $\approx 4,0$ unidades de X1 (producto A) y 8,0 unidades de X2 para cubrir la demanda dietética diaria con el mínimo contenido de acrilamida 17,25 $\mu\text{gr}/\text{dieta}$.

Palabras clave: Algoritmo, minimización, acrilamida, proceso productivo, hojuela de papa

SUMMARY

Acrylamide is a highly polar molecule highly soluble in water, it is a neurotoxic, genotoxic and carcinogen compound cataloged as probable carcinogen for humans by the International Agency for Research on Cancer; In 2002, very high levels of acrylamide were reported in fried, roasted or roasted products above 120°C. This generated concern about the risk that it represents for public health, which is why, in this research work, the need to propose strategies To achieve a decrease in concentration or even to avoid its formation, additives, binders, different types of oil, different frying temperatures were used to provide less acrylamide content.

It was determined that the appropriate additive for washing the pulp of squid that allows the reduction of acrylamide in the final product was the combination of 0.75% citric acid and 0.75% sodium bicarbonate.

The adequate percentage of substitution of potato starch for brown rice flour to decrease the acrylamide content was 20%, which did not alter the organoleptic characteristics of the final product.

It was determined that the type of oil that achieved the reduction of acrylamide in the final product was corn oil followed by olive oil and finally sunflower oil.

The suitable temperature for frying was 180°C, a percentage that allowed obtaining a product with highly acceptable sensory characteristics and the minimum acrylamide content in the final product.

According to the results, it can be seen that the product will have a useful life of 75.32 days equivalent to 2.51 months.

The dietary product was designed based on Pota applying minimization techniques, for Acrylamide using Linear Programming, this implies consuming ≈ 4.0 units of X1 (product A) and 8.0 units of X2 to cover the daily dietary demand with the minimum acrylamide content 17.25 μgr / diet.

Key words: Algorithm, minimization, acrylamide, production process, squid flake

INTRODUCCION

La acrilamida se forma cuando ciertos alimentos, en particular alimentos de origen vegetal ricos en hidratos de carbono y pobres en proteínas, se cocinan a altas temperaturas, por ejemplo, friéndolos, asándolos u horneándolos, generalmente a más de 120°C en los países donde se dispone de datos, los principales alimentos que contribuyen a la exposición a la acrilamida son las patatas fritas de bolsa, el café y los productos a base de cereales (Bollería y galletas dulces, panes y tostadas (Organización Mundial de la Salud, 2005).

La acrilamida es uno de los primeros compuestos generados durante la preparación de alimentos que ha sido objeto de numerosos estudios, la cual se produce durante la aplicación de métodos tradicionales de cocción. Los resultados obtenidos en estos estudios han establecido que la acrilamida se crea en diversos tipos de comida de acuerdo a su origen, composición y modo de preparación (Jiménez et al., 2007; mencionado por (Santos Lara, 2017).

Según (Zepeda Arévalo, 2018), podrían formarse cantidades de acrilamida que llegan hasta 0.5mg/kg en alimentos ricos en carbohidratos, lo cual puede deberse a diversos cambios durante el proceso en cocción otorgándonos productos con sabor, color, textura y aroma característico.

Se han definido estrategias para la mitigación o control de la formación de la acrilamida en procesos de calentamiento actualmente las iniciativas para este efecto se pueden resumir de la siguiente manera, a lo largo de la industria alimentaria: Selección de materias primas con bajo contenido de asparagina, utilización de aminoácidos competidores con asparagina, pretratamiento de materias primas (eliminación de exceso de azúcares reductores), modificación de condiciones de calentamiento, modificación del pH, utilización de asparaginasa, fermentación, adición de aditivos que reducen la acrilamida formada, entre otros (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014).

Según estudios realizados por (Santos Lara, 2017), El mayor consumo y exposición a la acrilamida lo presentó el grupo de adultos jóvenes (20-39 años) con 0,73-0,70 µg/kg, seguido del grupo de adultos (40-59 años) con 0,51-0,47 µg/kg, después el grupo de menores (5-11 años) con 0,19 µg/kg y el grupo de adultos mayores (60+ años) con 0,19-0,14 µg/kg, y finalmente el grupo de adolescentes (12-19 años) con 0,11-0,12 µg/kg. De acuerdo a los

resultados mostrados se observan que el mayor riesgo de exposición a la acrilamida lo presentan los jóvenes y adultos.

Cabe señalar, que el Perú cuenta con una excelente riqueza marina y que no se aprovecha correctamente, muy a pesar de contener un gran valor nutritivo. Los recursos pesqueros no son consumidos por diversos motivos como la presencia de espinas, el sabor, olor, etc., son consumidos generalmente fritos o en productos tradicionales como conservas, congelados; la alternativa es un producir hojuelas sin sabor ni olor al recurso pesquero con alto contenido proteico y cantidades mínimas de lo permisible de acrilamida.

Con respecto al proceso de hojuelas; sus características, su composición de los ingredientes, sus parámetros de proceso lo convierten en posible alimento que puede contener acrilamida. Considerando que en el Perú existen pocos estudios sobre este contaminante en este tipo de productos cereales, se vio la necesidad de plantear y validar un algoritmo para la minimización de acrilamida durante el proceso productivo de hojuelas de papa.

Para lograr esta optimización se consideró los factores que influyen en la formación de acrilamida como el tipo de aditivo para el pretratamiento de la materia prima se usó el ácido cítrico y el bicarbonato de sodio, como aglutinante se empleó arroz integral que reemplazó al almidón de papa; se utilizó tipos de aceite y diferentes tiempos - temperaturas de fritado.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

1.1. EL PROBLEMA Y SU FORMULACION

1.1.1. Descripción de la realidad problematizada

En la actualidad el consumo de los alimentos es muy complejo con respecto a sus nutrientes, cuya ingesta es necesario para el desarrollo normal de las funciones vitales del ser humano. Los alimentos pueden contener sustancias químicas peligrosas, la probabilidad de que se produzca efectos tóxicos depende de la dosis y características de cada sustancia (Organización Mundial de la Salud, 2005).

La acrilamida es un compuesto orgánico de bajo peso molecular y muy soluble en agua, que se forma a partir de asparagina y azúcares, componentes que aparecen de forma natural en determinados alimentos cuando se elaboran a temperaturas generalmente superiores a 120°C y con bajo nivel de humedad. Asimismo, se forma en alimentos ricos en hidratos de carbono, horneados o fritos con materias primas que contienen sus precursores, como cereales, patatas y granos de café (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017).

Los científicos revelaron que podrían formarse cantidades de acrilamida que llegaban hasta 0.5 mg/kg en alimentos ricos en carbohidratos. La formación de esta sustancia tiene lugar como parte de un grupo muy complejo de reacciones en el proceso de cocción. Estas reacciones también producen sabor característico, color y componentes de aroma y textura que se asocian con ciertos alimentos (Red Internacional de Autoridades de Inocuidad de los alimentos (Zepeda Arévalo, 2018).

De acuerdo con la Unión Europea ha entrado en vigor el 11 de abril del 2018, el Reglamento 2158/2017, normativa que obliga a la industria alimentaria a

extremar precauciones en la elaboración de alimentos procesados (Comisión Europea, 2017).

Diversos investigadores se han involucrado en estudios concernientes a la detección de acrilamida en un amplio grupo de alimentos, donde se estudian diversas temáticas de gran importancia, entre las que se puede mencionar la cinética de la formación y degradación de la acrilamida y los mecanismos propuestos para su reducción; sin embargo, existe un vacío de documentación científica en lo que respecta a alimentos tradicionales (Chumacero Flores, 2018).

La hojuela de papa es un producto a base de recursos marinos que en su composición están presentes carbohidratos y proteínas en cantidades considerables, asimismo son freídos a temperaturas mayores de 120°C con aceite vegetal.

1.1.2. Planteamiento del problema

Observando la problemática que se presenta en los productos fritos con respecto a la acrilamida es que en el presente proyecto se pretende investigar:

¿Cómo minimizar el consumo de acrilamida para un régimen alimenticio, en base a hojuelas de papa, cualitativa y cuantitativamente?

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los snacks son considerados como alimentos chatarra por tener poco o nulo valor nutricional, además contiene elevado contenido de grasa debido al proceso de fritado. Lo que se requiere actualmente son alimentos saludables y proteicos entre ellos tenemos las hojuelas de papa con alto valor proteico y menos contenido de grasas.

Actualmente existe una preocupación por un nuevo componente encontrado en los alimentos cuando se calientan a temperaturas mayores de 120°C “La acrilamida”, la cual es un compuesto con un amplio espectro de efectos tóxicos según IARC (International Agency for Research on Cancer), posiblemente cancerígena para los humanos.

Cabe destacar que “El desarrollo de la tecnología pesquera es de vital importancia para aprovechar los recursos alimenticios acuáticos. Los diferentes métodos de conservación y procesamiento del pescado constituyen una alternativa para los países con elevada producción marítima y continental. La utilización de la carne de pescado y de los subproductos, mejora el componente nutricional de poblaciones humanas y animales” (Terranova Editores, 1995; mencionado por (Chumacero Flores, 2018), tenemos la alternativa de emplear cereales integrales como el arroz para reemplazar el almidón de papá debido a que según estudios el almidón de papa incrementa el contenido de acrilamida; también se va a determinar el tiempo y temperatura del frito, tipo de aceite ya que son considerados factores que influyen en el contenido de acrilamida.

Para poder garantizar el consumo de las hojuelas de papa con seguridad es importante conocer que componentes y que dosis de sustancias presumiblemente cancerígenas presentan entre las que tenemos es la acrilamida; al determinar este valor sería beneficiada toda la población consumidora en especial niños y adultos. Asimismo, los valores obtenidos nos permitirán optimizar el proceso productivo de hojuelas.

En resumen, se concluye que se requiere aplicar métodos que permitan la mitigación de la acrilamida y su comportamiento según los parámetros mencionados en la normatividad internacional obteniendo productos alimentarios con altos estándares de calidad y bajo niveles tóxicos, se tiene investigaciones relacionadas al tema tales como: (Chumacero Flores, 2018), (Santos Lara, 2017), (Calvo, Carranco, Salinas, & Carrillo, 2016), (Salcedo Palomino, 2015), (Villafuerte, Obispo, Maza, & Macavilca, 2015), (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014) (Guzmán Neyra, “Plan de marketing para la comercialización de hojuelas de calamar gigante: caso ciudad de Arequipa”, 2013), (Paúcar Villanueva, 2013), entre otros.

1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Yenque Morales, 2016), los valores energéticos para las barras comerciales esta entre 258 y 456 Kcal por 100 gramos. Asimismo, se considera que la dieta, en base al producto resultante, no rebasará los límites permisibles del consumo diario para hombres y mujeres de 29 y 38, respectivamente, μ gramos diarios.

Los análisis fisicoquímicos de las muestras de hojuelas de papa se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Tecnología y Productos Curados de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera - Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Los análisis de determinación de acrilamida se realizaron con el HPLC en los laboratorios de la Universidad Católica Santa María. Se consideró variables limitadas debido a los costos de los reactivos y de las pruebas de HPLC.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Diseñar el algoritmo optimizador para la minimización del consumo de acrilamida generada en función a factores intervinientes en el proceso de producción de hojuela de papa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el aditivo adecuado para el lavado de la pulpa de papa que permita la reducción de acrilamida del producto final.
- Determinar el porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida.
- Determinar el tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final
- Determinar la temperatura del fritado de las hojuelas para minimizar el contenido de acrilamida
- Determinar la vida útil del producto final en función al índice de peróxidos.
- Aplicar Programación Lineal utilizando el Algoritmo optimizador para obtener una dieta en base a hojuelas de papa con el mínimo contenido de acrilamida.

1.5. HIPÓTESIS

Mediante Programación lineal será posible obtener el algoritmo matemático minimizador de acrilamida, que refleje cualitativa y cuantitativamente el producto dietético en base a hojuelas de papa.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variables intervinientes

- a. Variable independiente (VI): Algoritmo matemático minimizador de acrilamida
- b. Variable dependiente (VD): Producto dietético en base a hojuelas de papa

1.6.2. Operacionalización de variables intervinientes

- a. Planteamiento de la Función Objetivo (VI)
- b. Planteamiento de las ecuaciones de Restricción (VD)

1.7. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo corresponde a una investigación Básica, debido a que, se aporta a la línea de investigación (Recurso Alimenticio Humano: Papa) una herramienta matemática para minimizar la ingesta del componente cancerígeno: ACRILAMIDA.

1.8. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se apela a la experimentación para determinar el mejor resultado a fin de continuar con la siguiente fase del proceso

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

La acrilamida se obtuvo por primera vez en Alemania en el año de 1893, sin embargo, no fue hasta principios de 1950 cuando se inició su producción a escala industrial en Estados Unidos. A mediados de los años cincuenta se observó que los trabajadores expuestos a esta sustancia desarrollaban alteraciones neurológicas características, asociadas principalmente con dificultades o posturas motoras. Los síntomas descritos fueron: hormigueo en los dedos, sensible al tacto, enfriamiento de las extremidades, sudoración excesiva de las manos y pies, una alteración característica de color de la piel en manos y dedos. Todos estos síntomas acompañados de debilidad, agotamiento, para la realización de las actividades motoras (Parslow, 2008); mencionado por (Zepeda Arévalo, 2018).

Asimismo, la acrilamida ha sido considerada por la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (IARC) como “Probablemente carcinógena en humano” (Grupo 2A). Aunque la evidencia es suficiente para considerar a la acrilamida carcinógena en animales, el JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives), indicó que estudios epidemiológicos no proporcionan evidencia consistente con que la exposición alimentaria a acrilamida esté asociada para la salud humana. Aun así, existe un riesgo potencial que impulsa continuar con los esfuerzos para minimizar su formación (Barón Cortés, 2016).

En abril del 2002, investigadores de la Universidad de Estocolmo junto a la Autoridad Sanitaria Sueca de alimentos indicaron que la acrilamida se forma en alimentos preparados a altas temperaturas (más de 120°C), tales como frituras, horneados, rostizados o asados (Santín Sánchez, 2018).

2.1.1. Proceso

La cantidad formada de acrilamida depende de condiciones como lo es la temperatura y el tiempo de calentamiento. La reacción más importante y común

es una reacción química del tipo de la reacción de Maillard, entre un azúcar reductor (fructosa, glucosa) y las proteínas (fuente principal de nitrógeno y aminoácidos presentes como la asparagina), siendo así consecuente de la formación de melanoidinas productoras de la pigmentación parda agradable para el consumidor (caramelización de los alimentos) (López, 2007), mencionado por (Garzón Beleño, 2014).

Al evaluar los niveles de acrilamida, mediante el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, de 65 alimentos analizados, 19 de ellos reportaron niveles de acrilamida, lo que se indica que es necesario tener presente el tipo de preparación, la duración del proceso, reducir las temperaturas altas para disminuir la ingesta de alimentos con contenido de acrilamida, previniendo daños a la salud (Garzón Beleño, 2014). Se realizó estudios de la influencia de los pretratamientos de escaldado y acidificación en solución de ácido cítrico y el efecto de la temperatura de fritura a presión atmosférica sobre el contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas, lográndose reducciones de acrilamida de 94% y 97% con tratamientos de 170°C, se logra un contenido de acrilamida de 2,26 µg/kg (Muñoz Quintero, 2007).

Luego de elaborar panela granulada se llegó a la conclusión que la etapa crítica en la concentración es el momento en que se vierten manualmente cucharón a cucharón, hay un aumento de 100-400 µg/kg del contenido de acrilamida de la primera cuchara de miel concentrada a la última. Este aumento guarda relación con la temperatura ya que las mieles que estuvieron a mayor temperatura de concentración reportaron más acrilamida; además se resaltó la importancia del pH para la formación de acrilamida porque los resultados mostraron que las mieles tuvieron pH más alto en la etapa de concentración se produjo un lote de panela con mayor contenido de acrilamida pese que hubo menor temperatura en la etapa de concentración; esto significa que se debe controlar el pH de la etapa de clarificación hasta la concentración complementando con el control de temperaturas (Santín Sánchez, 2018).

Lo mencionado anteriormente también lo indican, Arribas & Morales, 2012; mencionados por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017); que hay una alta

relación entre el tipo de procesamiento del alimento (valores tiempo – temperatura), el pH, la humedad y la tasa de formación de la acrilamida.

2.1.2. Aglutinantes

Aunque en la formación de acrilamida intervienen muchos factores como la cantidad y tipo de carbohidratos presentes en el alimento, el tipo de aminoácidos y la presencia de precursores, es conocido que la temperatura del proceso de cocción junto con el tiempo al que se somete el alimento y las posibles combinaciones de ambos factores son determinantes en la formación de acrilamida (Tareke et al., 2002); mencionado por (Molina Périz, 2015). Una dieta rica en cereales integrales puede contribuir a prevenir la malnutrición y reducir el riesgo de desarrollar ciertas enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares y la diabetes tipo 2, entre otras (Belobrajdic & Bird, 2013).

El arroz integral, provisto del salvado, germen y endospermo es rico en fibra, proteínas, vitaminas, minerales y compuestos bioactivo (polifenoles, orizanol, tocoferoles), numerosos estudios han asociado el consumo de arroz integral y la reducción de los factores de riesgo de ciertas enfermedades crónicas y estos efectos son atribuidos a su contenido en compuestos bioactivos, a pesar de las ventajas nutricionales y beneficios para la salud que ofrece el arroz integral, su consumo es muy limitado sobre todo en los países en vías de desarrollo debido a su particular textura, sabor y largos tiempos de cocción (Cáceres Costales, 2015).

En el caso de los cereales y los productos elaborados con cereales, como el pan, las galletas y los cereales para el desayuno, el contenido de asparagina puede oscilar entre 15 a 2200 mg/kg en el trigo, avena, maíz, centeno y en el arroz es en menor cantidad (Codex Alimentarius 2013; mencionado por (Zepeda Arévalo, 2018).

2.1.3. Fritura

De acuerdo a experimentos realizados durante la elaboración de papas fritas tipo Chips”, lavando la papa con agua destilada y ácido cítrico a 3 temperaturas

de fritura 120°, 150° y 180°C se obtienen una reducción del aminoácido asparagina en un 42% de los azúcares reductores en un 28% y de AA en papas fritas en un 15% con respecto a las temperaturas, demostrándose que la disminución de temperaturas de fritura tuvo una incidencia importante en el descenso de los niveles de aminoácidos, disminuyendo entre un 78 y 94%, en cada uno de los pretratamientos empleados (Castro Saavedra, 2008).

Con respecto al aceite de fritura, se afirma que contribuye en la formación de acrilamida tanto la poliinsaturación del aceite como el número de ciclos de fritura realizados con el mismo aceite, posiblemente debido a los productos de la oxidación lipídica primaria y secundaria tras frituras consecutivas (Lim et al., 2014); mencionado por (Molina Périz, 2015).

Asimismo, al respecto (Muñoz Jáuregui, 2016), indica que dependiendo del tipo de alimento y de las diferentes condiciones de temperatura y tiempo de fritura, la cantidad de acrilamida varía, se debe evitar o disminuir alimentos con alto contenido de acrilamida para ello las industrias alimentarias deben implementar métodos para evitar que se generen sin que ello afecte las características sensoriales y nutricionales del producto final.

Al procesar camote frito considerando el escaldado a 90°C, durante un tiempo de 1 minuto y la fritura a una temperatura de 180°C se logró una formación de acrilamida en un 56,11% menos de lo observado en el grupo control de camotes amarillos fritos a 180°C sin pretratamiento de escaldado (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

2.1.4. Contenido de Acrilamida

Los grupos de alimentos que más contribuyen a la ingesta de acrilamida son el pan, el pan tostado, las galletas, las patatas críps y los cereales de desayuno, seguidos del café tostado; según la estimación de ingesta de la población española, las mujeres tienen una exposición ligeramente superior a la de los hombres, posiblemente debido a su menor peso corporal; la población infantil entre 5-14 años tienen mayor exposición a la acrilamida probablemente debido a su peso medio inferior y al mayor consumo de alimentos con alto contenido en acrilamida en especial galletas, pan y patatas críps (Molina Périz, 2015),

De acuerdo a estudios realizados en 257 muestras sobre el contenido de acrilamida, siguiendo la metodología de estudio de dieta total, se validó un método HPLC-Orbitrap, encontrando las concentraciones más altas en papas fritas (635 $\mu\text{g}/\text{kg}$) y panela (521 $\mu\text{g}/\text{kg}$); asimismo los niños son el grupo más expuesto a la acrilamida con valores entre los 0,92 a 0,64 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$; los adolescentes y adultos tienen una exposición a la acrilamida promedio entre 0,43 a 0,17 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ (Barón Cortés, 2016).

Al realizar la determinación de acrilamida en tostadas de tortillas de maíz mediante el método LC-MS/MS, se analizó 45 muestras comerciales de tostadas de tortillas de maíz, clasificadas como tortillas de maíz, tostadas fritas grandes, tostadas horneadas y tostadas pequeñas, redondas y fritas. Las concentraciones de acrilamida presentadas en las tortillas fritas grandes fueron de 114,26 – 279,19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en grupo de tostadas horneadas se encontró de 154,18 – 266,53 $\mu\text{g}/\text{kg}$ superando en ambos casos la media recomendada por la Comisión Europea, que sugiere valores indicativos 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en productos de maíz (recomendación 2013/647/UE) (Comisión Europea, "Investigación de los niveles de acrilamida en los alimentos", 2013), las concentraciones más bajas de acrilamida se presentaron en la clasificación del grupo de tostadas pequeñas, redondas y fritas, con un intervalo de concentración de 115,66 a 197,34 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Según estudios realizados sobre alimentos más consumido relacionados con sexo se obtuvo el siguiente resultado: Sexo masculino, considerando los tres alimentos más consumidos (papas fritas, plátanos fritos y palmitas de maíz) en promedio la ingesta de acrilamida es aproximadamente 52,2 μg de acrilamida/persona/día, menor ingesta comparado con el sexo femenino que es de 51,70 μg de acrilamida/persona/día tomando en cuenta los tres alimentos de mayor consumo (papas fritas, plátanos fritos y chocolates en barra). Considerando un peso promedio de 50 kg por persona, el sexo masculino consume 1,04 μg de acrilamida/persona/día y el sexo femenino un peso aproximadamente de 40 kg su consumo promedio es 1,29 μg de acrilamida/persona/día, superior a lo considerado por la FAO/OMS (2012), que establece niveles de consumo por debajo de 0,5 $\text{kg}/\text{día}$ como rangos normales superiores a 1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ se considera como crónico (Zepeda Arévalo, 2018)

2.2. ACRILAMIDA

2.2.1. Definición

La acrilamida es un compuesto orgánico de bajo peso molecular, aparece de forma natural en determinados alimentos cuando es soluble en agua, que se forma a partir de asparagina y azúcares, componentes que se elaboran a temperaturas generalmente superiores a 120°C y con bajo nivel de humedad. Se forma principalmente en alimentos ricos en hidratos de carbono, horneados o fritos, con materias primas que contienen sus precursores, como cereales, patatas y granos de café (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017).

La acrilamida es una entre ciento de sustancias químicas conocidas como productos de la reacción de Maillard (PRM), las cuales se forman cuando los alimentos se calientan a temperaturas elevadas. En la reacción de Maillard el proceso químico que hace que los alimentos se doren al cocerse, los azúcares, incluyendo la glucosa, la fructosa y la lactosa, reaccionan con los aminoácidos libres que hay en los alimentos. Con frecuencia son los (PRM) los que dan a los alimentos sus colores, aromas y sabores apetitosos (Zepeda Arévalo, 2018).

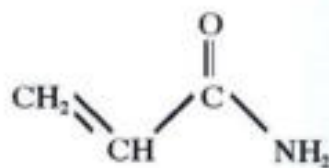


Figura 1. Estructura química de la acrilamida

Fuente: (Zepeda Arévalo, 2018)

2.2.2. Propiedades físicas de la Acrilamida

La acrilamida (2-propenamida) es la más simple de las amidas α - β insaturadas, tiene propiedades físicas y químicas derivadas de los dos grupos funcionales que posee: amida y enlace vinílico; es un sólido blanco cristalino o en solución acuosa.

Las propiedades físicas de la acrilamida se pueden apreciar en el Cuadro 1

Cuadro 1. Propiedades físicas de la acrilamida

Característica	Particularidad
Aspecto	Sólido
Color	Blanco
Olor	Inodoro
pH	5.5 – 7.5
Punto de ebullición	30 hPa
Punto de fusión	84.5°C
Densidad	1.12
Solubilidad	Soluble en agua
Masa molecular	71.8 g
Punto de inflamación	138°C

Fuente: (Garzón Beleño, 2014).

2.2.3. Mecanismos de formación de Acrilamida

Son varias las reacciones que hacen posible la formación de acrilamida a elevadas temperaturas y esto va a depender de las características fisicoquímicas de los alimentos, de la temperatura y del tiempo sometido a calentamiento. La reacción de Maillard es la más importante y conocida, la misma que consiste en una reacción química entre un azúcar reductor, generalmente la fructosa o glucosa, y las proteínas, que son fuente principal de nitrógeno y aminoácidos presentes como la asparagina, conocido precursor de acrilamida. Esto favorece la formación de melanoidinas que dan origen a la pigmentación parda de los alimentos o productos finales, que resultan agradables para los consumidores por la caramelización de los alimentos (Mottram, Wedzicha & Dodson, 2002; Stadler et al., 2002); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

La formación de la acrilamida se debe a una reacción de la glucosa con la asparagina, que a su vez origina la formación de un enlace entre el carbono carbonílico del azúcar y el nitrógeno del grupo amina de la asparagina. Asimismo, la eliminación de agua de la asparagina origina la formación de una base de Schiff, esta base se descarboxila y se rompe mediante dos posibles

reacciones, en una de estas reacciones se forma directamente la acrilamida y en la otra se forma la 3-aminopropionamida, que luego se transforma también en acrilamida (Calvo, 2002); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

Investigadores recientes han puesto de manifiesto valores elevados de acrilamida principalmente en aquellos alimentos que incorporan almidón en su composición y ha sido sometido a un tratamiento térmico a altas temperaturas. La formación de acrilamida incrementa a medida que aumente la temperatura y el tiempo del tratamiento al que es sometido el alimento. La temperatura óptima de formación es entorno a los 180°C, aunque a partir de los 120°C se favorece su formación (Ortiz, 2011); mencionado por (Zepeda Arévalo, 2018).

Una condición necesaria para desencadenar la reacción es la exposición a temperaturas altas de cocción, y también influyen factores como pH, tiempo de cocción o la presión. Además, se favorece por la presencia de metales de transición como el cobre y el hierro. La variación de cualquiera de estos factores altera la velocidad y los productos de la reacción de Maillard (García, 2007); mencionado por (Santín Sánchez, 2018).

La asparagina es el principal aminoácido que interviene en la formación de acrilamida (Mottram y col., 2002; Stadler y col., 2002), mencionados por (Plata Guerrero, 2015). Otros aminoácidos como alanina, arginina, ácido aspártico, cisteína, glutamina, metionina, treonina y valina también producen acrilamida, pero en bajas cantidades (Xu y col., 2014), mencionado por (Plata Guerrero, 2015).

La asparagina es un aminoácido abundante en papas y cereales, el cual es un participante crucial en la producción de acrilamida al reaccionar con el grupo carbonilo de un azúcar reductor como la fructosa o glucosa (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014)

2.2.4. Factores que inciden en la formación de la acrilamida

Diversas son las fuentes que harían variar o fluctuar la formación de acrilamida en los alimentos, como la variabilidad de las características químicas de sus

precursores de la materia prima, las diferentes composiciones fisicoquímicas de los alimentos, los diferentes parámetros utilizados en el proceso del producto final y las condiciones de calentamiento (Plata Guerrero, 2015).

Existe a la fecha bastante información sobre el proceso de formación de acrilamida en los alimentos que son sometidos a procesos térmicos. Son varios los factores internos y externos que inciden en su formación, como la temperatura térmica, el tiempo de calentamiento, las características fisicoquímicas de los alimentos, siendo resaltante el contenido de agua que estos poseen, pH, la concentración y reactividad de los componentes presentes (Rydberg *et al.*, 2003; Pedreschi, Mariottia & Granby, 2014); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

a. Factor humedad – Temperatura – Tiempo de fritura

La formación de acrilamida por tanto depende de la presencia de los precursores (azúcares libres y el aminoácido asparagina principalmente) además de las variables tiempo, temperatura y humedad. Siendo su producción mayor al aumentar el tiempo de exposición del alimento a altas temperaturas (>120°C) y bajos niveles de humedad.

Por regla general, a mayor contenido de agua menor será la formación de acrilamida (Codex Alimentario, 2003); mencionado por (Zepeda Arévalo, 2018).

Por encima de 150°C, la producción de acrilamida aumenta de forma significativa, posiblemente a esta temperatura la humedad del producto se encuentra por debajo de los valores mínimo críticos y la reacción de Maillard se acelera (Masón *et al.*, 2007); mencionado por (Molina Pérez, 2015).

Si se quiere reducir el nivel de acrilamida formada durante el proceso de fritura en profundidad, se debe asegurar que las hojuelas de papas a freír contengan una cantidad de agua superior a 10% al momento de ingresar al aceite caliente ya que, por debajo de este valor, se inicia la formación de acrilamida (Ishihara *et al.*, 2006); mencionado por (Muñoz Quintero, 2007).

Indudablemente, la disminución de temperatura produce una menor cantidad de acrilamida, pero se producen efectos negativos en la calidad del alimento como es la absorción de grasa y una textura deficiente (Romani et al., 2008); mencionado por (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014).

Además, la cantidad de alimento a freír determina el descenso de temperatura que se produce al sumergirse el alimento en el aceite y el tiempo de fritura necesario para recuperar la temperatura inicial y por ende la formación de acrilamida, debido a que el producto está con una temperatura inicial más baja que la del aceite y por tanto toma tiempo en llegar a un equilibrio (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014).

Según la (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017), en cada diseño del producto, los explotadores de empresa Alimentaria (EEA), deberán especificar el contenido de humedad después de la fritura, que deberá fijarse el nivel más alto que sea factible asimismo especificaran las temperaturas del aceite para freír al salir de la freidora, tales temperaturas deberán ser tan bajas como sea factible en una línea específica y para el producto específico.

En caso de que las temperaturas del aceite para freír al salir de la freidora sean superiores a 168°C, como consecuencia de un producto, diseño o tecnología específicos. Los EEA proporcionaran datos que demuestren que el nivel de acrilamida en el producto acabado es el más bajo razonablemente posible. En particular, los EEA recomendarán a los usuarios finales: Mantener la temperatura entre 160 y 175°C al freír y entre 180 y 220°C cuando se utilice el horno; puede utilizarse una temperatura más baja si este encendido el ventilador (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017).

b. Tipo de aceite

Según algunos autores el tipo de aceite, oliva o girasol, utilizado en el proceso de fritura, no parece estar relacionado con el contenido de acrilamida de patatas "chips" (Mesías y Morales, 2015); mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017). Sin embargo, otros autores observaron un contenido de acrilamida mayor en patatas fritas en aceite de palma que en aceite de girasol o aceite de colza (Gertz y Klostermann, 2002); mencionado por (Cámara Hurtado, y otros,

2017) y también en aceite de oliva respecto al aceite de maíz (Becalski *et al.*, 2003; mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017).

Las diferencias observadas entre diferentes tipos de aceites pueden estar relacionadas con su contenido en ácidos grasos poliinsaturados, los cuales estarían implicados en la formación de acrilamida por otras vías alternativas de la reacción de Maillard (Marchettini *et al.*, 2013; mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017).

Napolitano *et al.*, (2008); mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), entre otros autores, han estudiado el efecto de la composición fenólica del aceite de oliva en la formación de acrilamida en patatas fritas.

Jin *et al.*, (2013); mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), tras una completa revisión de los resultados publicados, concluyeron que el papel de los agentes antioxidantes presentes en el aceite de fritura en el proceso de formación de acrilamida es complejo y todavía no existen datos concluyentes.

Por otra parte, algunas investigaciones concluyen que el grado de oxidación del aceite, medido por el contenido de glicerol y de mono y diacilglicérol, no influye significativamente en el contenido de acrilamida en patatas fritas (Mestdagh *et al.*, 2007; mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017). Sin embargo, Dunovská *et al.*, (2004); mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), obtuvieron un incremento de acrilamida del orden de 10 veces en las patatas fritas, tipo inglesa "chips" a 150°C en aceite usado en relación al mismo producto en aceite nuevo a la misma temperatura.

c. Contenido de precursores

Según el (Reglamento (UE) 2017/2158) (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017), cuando lo permitan las características del producto, los EEA deberán revisar si es posible sustituir parcialmente la harina de trigo de otros cereales, como el arroz, teniendo en cuenta que cualquier cambio tendrá repercusiones sobre el proceso de cocción y las propiedades organolépticas de los productos. Los distintos tipos de cereales muestran distintos niveles de asparagina (los niveles típicos de asparagina más elevados

se dan en el centeno y después en orden descendente en la avena, el trigo, el maíz y el arroz, siendo este último el que presenta los niveles más bajos (Claus, *et al.*, 2008a); mencionados por (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014).

El centeno es el cereal que posee mayor contenido en asparagina, alrededor de cuatro veces más que el trigo (Centeno: 634 mg/kg; trigo: 174 mg/kg). Sin embargo, el arroz es el que menor contenido tiene (< 100 mg/kg), mientras que el maíz y la avena tienen un contenido intermedio (150 mg/kg) (Seal y col., 2008); mencionado por (Arribas, 2013).

Según (Zepeda Arévalo, 2018), se dispone de poca información sobre el contenido de asparagina en los diversos cereales. Por lo común, la concentración de asparagina puede oscilar entre 75 a 2200 mg/kg en el trigo, 50 a 1400 mg/kg en la avena, 70 a 3000 mg/kg en el maíz, 319 a 880 mg/kg en el centeno, y de 15 a 25 mg/kg en el arroz. Este nivel de variación indica que puede haber un margen para reducir la acrilamida aprovechando la variabilidad de asparagina. Las harinas ligeras contienen bastante menos asparagina que las harinas integrales. Sin embargo, se reduce el contenido de harina integral se reduce las ventajas nutritivas del producto final.

En el caso de los cereales y los productos elaborados con cereales, como el pan, galletas y los cereales para el desayuno, el contenido de asparagina es la materia prima determinante, más importante en la formación de acrilamida (Claus, *et al.*, 2008a); mencionados por (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014).

Otros ingredientes menores también pueden influir. Se ha observado que en algunas recetas la formación de acrilamida aumenta cuando se incorporan ingredientes como jengibre, miel y cardamomo durante la producción de galletas. Por el contrario, se ha visto que en algunos casos la nuez moscada hace disminuir la acrilamida. A fin de reducir los niveles de acrilamida en los productos finales, los fabricantes podrían investigar el efecto de las distintas especias en sus propias recetas (Zepeda Arévalo, 2018).

d. pH de los alimentos

Según Marthaus (2008); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), indica que disminuir el pH del medio desfavorece la reacción de Maillard y por tanto la formación de acrilamida, sin embargo, se reporta que la adición de ácido cítrico, combinado con algunos pretratamientos como el blanqueado o escaldado, aunque logran reducir hasta en un 70% los niveles de acrilamida, afecta la calidad sensorial sobre todo de los productos a base de papa.

Según (Plata Guerrero, 2015), la reacción de Maillard es favorecida en alimentos cuyas lecturas de pH se hallan de 6 a 8; menores valores de pH permiten disminuir el pardeamiento de los alimentos durante su deshidratación, pero altera negativamente las propiedades organolépticas de los alimentos procesados térmicamente, como el sabor, olor y textura.

Jung, Choi y Ju (2003); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), con la finalidad de eliminar el almidón superficial extrajo la asparagina y azúcares reductores de la superficie de la papa frech, lavando con agua destilada las papas cortadas, luego de la cual las sumergieron durante una hora en soluciones de ácido cítrico al 1 y 2%, antes de freírlas con aceite de maíz, logrando el descenso del pH, además la reducción de la formación de la acrilamida.

El pH neutro es óptimo para la formación de acrilamida en los alimentos. Sin embargo, la reducción del pH con ácidos orgánicos como el ácido cítrico ha permitido la disminución de la formación de la acrilamida. Se ha demostrado que el ácido cítrico es el modificador más eficiente en la reducción de acrilamida en sistemas modelo de patatas (78%, pH 3,7) seguido por el láctico (62%, pH 4,2) y el acético (46%, pH 4,5) comparado con el control (pH 5,4) (Arribas, 2013; Jung *et al.*, 2003); mencionado por (Santos Lara, 2017).

2.2.5. Medidas de mitigación

La Confederación de Industria Agro – Alimentaria de la Unión Europea (CIAA), actualmente denominada Food Drink Europe en colaboración con la

Unión Europea y las autoridades nacionales de los estados miembros desarrollo en 2006 en una guía que resume las medidas disponibles para reducir los niveles de acrilamida en determinados alimentos con varias renovaciones en años posteriores correspondiendo la última renovación a enero de 2014. Esta caja de herramientas contiene 14 parámetros diferentes agrupados en cuatro grandes categorías, que los productores pueden utilizar de forma selectiva, conforme a sus necesidades específicas, a fin de reducir los niveles de acrilamida en sus productos. Estos cuatro compartimientos hacen referencia a los factores agronómicos, receta del alimento, transformación y preparación final (Plata Guerrero, 2015).

Es necesario, mediante el establecimiento de medidas de mitigación apropiadas, garantizar la seguridad alimentaria y reducir la presencia de acrilamida en los productos alimenticios con materias primas que contengan sus precursores. Los niveles de acrilamida pueden reducirse mediante un enfoque de mitigación, como la aplicación de prácticas de higiene correctas y de procedimientos basados en los principios de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC) (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017).

Por tanto, conviene establecer medidas de mitigación que identifiquen las etapas de transformación de alimentos en las que pueda formarse acrilamida en ellos, así como establecer actuaciones para reducir los niveles de acrilamida en dichos productos alimenticios.

Reducir la formación de la 2-propenamida (acrilamida) se puede realizar a través de diversos métodos o estrategias, pero casi todas se basan en la modificación de materias primas, control / adición de otros ingredientes, elaboración y tratamientos térmicos, aunque las estrategias de mitigación pueden ser muy diversas debido a la heterogeneidad de los alimentos que pueden presentar acrilamida (FAO, 2012); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

A su vez, en el año 2009, el Codex Alimentarius elaboró un "Código de Prácticas" a nivel internacional para la reducción del monómero en los

alimentos (CAC/RCP 67-2009), basándose para ello, en los datos recogidos por la JECFA (Comité Mixto de la FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios). El objetivo de este código es orientar a las autoridades y fabricantes de los países para reducir la formación de acrilamida en los productos de patata y cereales (FAO & WHO, "CODEX ALIMENTARIUS - Normas Internacionales de los Alimentos", 2019).

El documento del Codex Alimentarius (Code of practice for the reduction of acrylamide in food, 2009) realiza una serie de consideraciones sobre la necesidad de reducir la concentración de acrilamida sin comprometer la inocuidad química y microbiológica de los alimentos, sus cualidades nutricionales, así como las características organolépticas y la consiguiente aceptación del consumidor (Molina Pérez, 2015)

Existen algunas estrategias que los fabricantes de productos de patata pueden llevar a cabo en coordinación con los productores del tubérculo. En especial, disponer de la mejor materia prima posible para mantener el contenido de acrilamida del producto final tan bajo como sea razonablemente posible:

(a) Selección de variedades apropiadas (bajo contenido en asparagina libre y en azúcares reductores)

(b) Manejos adecuados en el cultivo

(c) Respetar tiempos, condiciones y temperaturas adecuadas de almacenamiento para evitar el aumento de la concentración de azúcares reductores.

(d) Respetar mismos ingredientes y formulaciones. Deben ser conscientes de que la variabilidad en las materias primas y los mecanismos de calor deficientemente controlados pueden complicar los ensayos de las estrategias de reducción, ocultando cambios en los niveles de acrilamida (Molina Pérez, 2015).

Asimismo, según el Codex Alimentarius del 2009 (FAO & WHO, "CODEX ALIMENTARIUS - Normas Internacionales de los Alimentos", 2019) recomienda lo siguiente:

(a) Se debería prestar atención al tipo de harinas utilizadas en los productos. Las harinas de grado alto de extracción contienen mucha menos asparagina que las harinas integrales. Se ha comprobado que la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de arroz reduce el contenido de acrilamida en las galletas ligeramente dulces y el pan de jengibre. Sin embargo, reduciendo el contenido integral se reducen las ventajas nutritivas del producto final. En los distintos tipos de harinas varía el contenido de asparagina y se debería preferir un equilibrio entre el valor nutritivo y la formación de acrilamida.

(b) Se ha comprobado que el bicarbonato amónico incrementa la posible producción de acrilamida de un producto horneado. Los fabricantes deberían tomar en consideración si se puede reducir el uso de agentes leudantes que contienen amonio. Los aditivos se deberán utilizar de conformidad con la legislación nacional o internacional adecuada. La sustitución de agentes leudantes utilizados comercialmente incluye.

(c) utilizar con prudencia la incorporación de azúcares reductores durante la etapa de horneado de cereales para el desayuno (FAO & WHO, "CODEX ALIMENTARIUS - Normas Internacionales de los Alimentos", 2019).

(d) Se ha observado que en algunas recetas la formación de acrilamida aumenta cuando se incorporan ingredientes como jengibre, miel y cardamomo durante la producción de galletas. Por el contrario, se ha visto que en algunos casos la nuez moscada hace disminuir la acrilamida. A fin de reducir los niveles de acrilamida en los productos finales, los fabricantes podrían investigar el efecto de distintas especias en sus propias recetas.

a. Precursores

Ya que los azúcares y la asparagina libre son los principales precursores de la formación de acrilamida en los alimentos, una reducción de cualquiera de ellos supone una inmediata disminución de los niveles de acrilamida es por ello que, tratamientos de lavado, remojo y escaldado han resultado efectivos en los productos de patata (Pedreschi y col., 2007); mencionados por (Arribas, 2013).

El uso de asparaginasa, una enzima que hidroliza la asparagina en ácido aspártico y amoniacó es una de las estrategias más eficientes para reducir (hasta en un 90%) los niveles de acrilamida en patatas (Zyzak y col., 2003; mencionados por (Arribas, 2013).

b. Condiciones / Métodos de procesado

El control de los parámetros de procesado, como la temperatura, el tiempo de calentamiento, el tipo de aceite, etc., podría ser considerado como el camino más directo para reducir la acrilamida (Arribas, 2013).

La selección de una adecuada temperatura y tiempo de calentamiento no demasiado largos controlaría la formación de elevadas cantidades de acrilamida (Gokmen y col., 2008); mencionados por (Arribas, 2013). La reacción de Maillard también garantiza el aroma y el sabor apetecible, la textura y el color en los alimentos procesados, por lo que una reducción de tiempo y temperatura podrían comprometer esos aspectos tan importantes para el consumidor (Arribas, 2013).

No se ha encontrado unanimidad en los trabajos publicados respecto a si el tipo de aceite empleado afecta a la formación de acrilamida. Por ejemplo, el origen de los aceites vegetales empleados en fritura no parece afectar a los niveles de acrilamida en patatas (Mestdagh y col., 2005); mencionados por (Arribas, 2013). Sin embargo, se han encontrado concentraciones más elevadas de acrilamida cuando se utilizan aceites que contengan silicona o de palma (Gertz, 2002); mencionados por (Arribas, 2013).

c. Composición

Otra estrategia de mitigación es a través de la composición del alimento; por sustitución de precursores que son altamente reactivos, por otros menos propensos a reaccionar para formar acrilamida, o por adición de ingredientes que inhiban la reacción de formación de acrilamida o favorezcan su eliminación (Arribas, 2013).

Según estudios el uso de especias logro reducciones entre un 50 y 75% (Ciesarova y col., 2008); mencionados por (Arribas, 2013).

2.2.6. Exposición alimentaria

Dado que la acrilamida está presente en una gran variedad de alimentos cotidianos, esta preocupación es extensible a todos los consumidores, pero los niños son el grupo de edad más expuesto, en función del peso corporal. Sobre la base de los niveles actuales de exposición a través de la alimentación, los posibles efectos nocivos de la acrilamida sobre el sistema nervioso, el desarrollo prenatal, postnatal y la reproducción masculina no se consideraron preocupantes. En cambio, los niveles actuales de exposición a la acrilamida a través de la alimentación en todos los grupos de edad son motivo de preocupación con respecto a sus efectos cancerígenos (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017).

Según la European Food Safety Authority, la población europea consume de media entre 0,4 y 3,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c., mientras que en España este consumo medio se queda en 0,53 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c., estas cifras están lejos del consumo mínimo estipulado que se ha relacionado con la probabilidad de aparición de cáncer, y que se sitúa en unos 0,17 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c., del individuo (Molina Pérez, 2015).

2.2.7. Niveles de acrilamida en alimentos y su ingesta diaria

Desde el descubrimiento de la acrilamida en alimentos, la comunidad científica ha realizado grandes esfuerzos para recopilar la mayor cantidad de información referente al tema.

Tareke et al., (2002); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), han reportado que las mayores cantidades de formación de acrilamida se han hallado en los alimentos amiláceos como las patatas y cereales.

La Agencia para la alimentación noruega ha establecido en una investigación, las cantidades máximas de ingesta diaria de acrilamida en la población, data que a partir de ella, su Comité Científico ha estimado a su vez, la probabilidad o riesgo de contraer cáncer como consecuencia de su consumo de alimentos conocidos de su alto contenido de acuerdo a esta data, el consumo promedio diario de acrilamida debería ser de 29 μg por día en mujeres y de 38 μg por día en hombres, equivalente a un consumo de 0.46 y 0.49 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c.

respectivamente (Dybing & Sanner, 2003) mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

El JECFA estimó una ingesta diaria de acrilamida comprendida entre 0,3 y 2,0 g/kg pc, para la población general y hasta 5,1 µg/kg pc, para los grandes consumidores. Los alimentos que más contribuyen a exposición total fueron las patatas fritas (16-30%), las patatas fritas aperitivo (crisps) (6-46%), el café (13-39%) (FAO/WHO, 2005).

Por otro lado, la FDA dispone de su propia base de datos (U.S. FDA, 2006) así como la OMS (FAO/WHO, 2005). Si se compara lo resultados obtenidos a través de la OMS, con los procedentes de la EFSA, puede observarse que son similares, exceptuando los resultados del pan y las galletas cuyos valores son algo más elevados en el caso de la OMS, y en los cereales de desayuno ocurre lo contrario. Esta similitud es explicable ya que el 67% de los resultados de la OMS proviene de Europa, y solo el resto de América del Norte (21,9%), Asia (8%) y del Pacífico (1,6%) (Arribas, 2013).

Se han reportado niveles de acrilamida en alimentos del orden de partes por millón (ppm, mg kg⁻¹). Como simple comparación, la organización Mundial de la Salud limita el contenido de acrilamida en agua potable para beber en 0,5 µg kg⁻¹ (partes por billón) para muchos países (WHO, 1985, 1996) y en Europa, la recomendación se fijó en 0,1 µg kg⁻¹ a partir del 2003 (EEC, 1998); mencionado por (Muñoz Quintero, 2007).

De acuerdo a los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística de España (INE) del año 2010, señala que la población adulta tiene una prevalencia de consumo de acrilamida de 0.3-2.0 µg/kg/día en comparación a la población infantil de 0.6- 3.5 µg/kg/día en un rango de 5 a 15 años de edad (Zepeda Arévalo, 2018)

En el Cuadro 2, se puede apreciar la recomendación sobre Acrilamida según FAO/OMS, 2005; mencionado por (Arribas, 2013).

Cuadro 2. Valores medios y máximos de acrilamida en diferentes alimentos

Grupo	Media (µg/kg)	Máximo (µg/kg)
Cereales y productos a base de cereales	343	7834
• Cereales y pasta, crudos y cocidos	15	47
• Cereales y pasta procesada (tostados, fritos, horneados)	123	820
• Productos procesados a base de cereales	366	7834
• Pan	446	3436
• Pasteles y galletas	350	7834
• Cereales de desayuno	96	1346
• Pizza	33	763
Pescado (incluyendo empanados, fritos, al horno)	25	233
Carne (Incluyendo cocida y frita)	19	313
Leche y productos lácteos	6	36
Nueces y semillas oleaginosas	84	1925
Raíces y tubérculos	477	5312
• Puré de patata / cocida	16	69
• Patata cocinada	169	1270
• Patatas fritas de aperitivo	752	4080
• Patatas fritas	334	5312
• Croquetas (congeladas)	110	750
Excitantes y análogos	509	7300
• Café (de maquina)	13	116
• Café molido, instantáneo, o tostado)	288	1291
• Extractos de café	1100	4948
• Café descafeinado	668	5399
• Sustitutos de café	845	7300
• Productos de cacao	220	909
• Té verde (tostado)	306	660
Azúcar y miel (principalmente chocolate)	24	112
Verduras	17	202
• Crudas, cocidas y de lata	4	25
• Procesadas (fritas, al horno)	59	202
Fruta, fresca	<1	10
Frutos secos	131	770
Bebidas alcohólicas (cerveza, ginebra, vino)	6	46
Condimentos y salsas	71	1168
Fórmulas infantiles	<5	15
En conservas, potitos	22	121
Galletas para bebés	181	1217
Alimentos desecados	121	1184

Fuente: FAO/OMS, 2005; mencionado por (Arribas, 2013)

En 2013, la Comisión Europea dio a conocer una lista de valores recomendados de acrilamida en alimentos (Recomendación 2013/647/UE). Estos nuevos niveles sustituyen a los establecidos en 2011; por ejemplo, ha disminuido hasta 50 µg/kg en alimentos infantiles (Santos Lara, 2017). Ver Cuadro 3.

Cuadro 3. Niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios (2013)

Alimento	Nivel de referencia µg/kg
Patatas fritas listos para consumir	600
Patatas fritas a la inglesa (chips) fabricadas con patatas frescas y con masa de patatas	1000
Galletas saladas a base de patatas	
Pan de molde	
a. Pan de molde a base de trigo	80
b. Otro pan de molde	150
Cereales para el desayuno (a excepción del porridge)	
a. Productos de salvado y cereales integrales, grano inflado (Solo es pertinente si está así etiquetado)	400
b. Productos a base de trigo y centeno (*)	300
c. Productos a base de maíz, avena, espelta, cebada y arroz (*)	200
Galletas y barquillos	500
Galletas saladas, excepto las de patata	500
Pan crujiente	450
Pan de especias	1000
Productos similares a los demás productos de esta categoría	500
Café tostado	450
Café instantáneo (soluble)	900
Sucedáneos del café	
a. A base de cereales principalmente	2000
b. Otros sucedáneos del café	4000
Alimentos infantiles distintos de los elaborados a base de cereales **	50
a. Sin ciruelas pasas	80
b. Con ciruelas pasas	
Galletas y biscochos para lactantes y niños de corta edad	200
Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad (***), excluidos las galletas y los biscochos	50

Fuente: Datos tomados del (Comisión Europea, "Investigación de los niveles de acrilamida en los alimentos", 2013)

En la actualidad, el documento más reciente es el Reglamento (UE) 2017/2158 de la Comisión, en donde se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia (Ver Cuadro 4) para reducir la presencia de acrilamida en los

alimentos, que entró en vigor a los veinte días de su publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea (2017). Aplicable a partir del 11 de abril de 2018.

Cuadro 4. Niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios (2017)

Alimento	Nivel de referencia µg/kg
Patatas fritas listos para consumir	500
Patatas fritas a la inglesa (chips) fabricadas con patatas frescas y con masa de patatas Galletas saladas a base de patatas Otros productos con masa de patatas	750
Pan de molde a. Pan de molde a base de trigo b. Otro pan de molde	50 100
Cereales para el desayuno (a excepción del porridge) a. Productos de salvado y cereales integrales, grano inflado b. Productos a base de trigo y centeno (1) c. Productos a base de maíz, avena, espelta, cebada y arroz (1)	300 300 150
Galletas y barquillos	350
Galletas saladas, excepto las de patata	400
Pan crujiente	350
Pan de especias	800
Productos similares a los demás productos de esta categoría	300
Café tostado	400
Café instantáneo (soluble)	850
Sucedáneos del café a. Sucedáneos del café compuestos exclusivamente por cereales. b. Sucedáneos del café compuestos por una mezcla de cereales y achicoria c. Sucedáneos del café compuestos exclusivamente por achicoria	500 (2) 4000
Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad, excluidos las galletas y los biscotes (3)	40
Galletas y biscotes para lactantes y niños de corta edad (3)	150
(1) Cereales no integrales ni de salvado. La categoría se determina en función del cereal presente en mayor cantidad. (2) El nivel de referencia que debe aplicarse a los sucedáneos compuestos por una mezcla de cereales y achicoria debe tener en cuenta la proporción relativa de estos ingredientes en el producto final (3) Tal como se definen en el reglamento (UE) N° 609/2013	

Fuente: Reglamento (UE) 2017/2158. (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017):

En el Cuadro 5, se puede observar que la OMS estableció un valor de ingesta diaria tolerable (IDT) de 12 µg/kg de peso corporal /día. El límite de acrilamida en agua potable es 0,5 µg/L, mientras que el NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado) para neuropatía ha sido fijado en 0,5 mg/kg peso corporal/día, para cambios en la fertilidad es cuatro veces más elevado (2mg/kg) (Muñoz Jáuregui, 2016).

Cuadro 5. Ingesta diaria tolerable (IDT) de acrilamida

Organismos	IDT	Descripción
OMS en 1985	12 µg/kg peso corporal por día	Debido a los resultados encontrados en neurotoxicidad generada en ratas expuestas a dosis repetidas del monómero
OMS en 1996	0.5 µg/L en agua potable	Correspondiendo a la ingesta de 1 µg/día suponiendo un consumo de 2L diarios de agua.
OMG en 2002	NOAEL (Nivel con efecto adverso no observado) 0.5 mg/kg de peso corporal por día.	Para neuropatía por acrilamida
OMS en 2002	NOAEL 2 mg/kg	Para afecciones en la fertilidad (mayor a que para neuropatía periférica)

Fuente: FAO/OMS, 2002; mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017)

2.2.8. Propiedades físicas asociadas con la formación de acrilamida

a. Color

En la reacción de Maillard, las melanoidinas se conocen como el principal producto final de la reacción. Estos polímeros oscuros tienen un efecto significativo sobre la calidad del alimento, debido a que el color es un atributo de calidad importante y un factor clave en la aceptación del consumidor. El mecanismo de formación del color oscuro no es totalmente conocido y la estructura de las melanoidinas es desconocida (Castro Saavedra, 2008).

Debido a que el color puede medirse, este parámetro puede usarse como un indicador de la formación de productos de la reacción de Maillard, entre estos la AA (Castro Saavedra, 2008).

b. Textura

Por otra parte, muchos autores han expuesto que la textura de productos fritos se afecta por el contenido de humedad, donde el agua debilita la matriz almidón-proteína, disminuyendo en la matriz las interacciones de hidrogeno y fueras de Van de Waals y aumentando las interacciones del agua, fenómeno que otorga una pérdida de cristalinidad y aumento de plasticidad en el producto (Katz & Labuza, 1981); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

2.3. MATERIA PRIMA – CALAMAR GIGANTE

Dosidicus gigas, Orbigny 1835 (Calamar gigante) se encuentra ubicado a lo largo de la costa occidental de América del Sur, abarcando México, Perú y norte de Chile principalmente. Según la información de seguimiento de la pesquería artesanal, así como la distribución y estructura por tallas registradas durante la evaluación del calamar gigante en el 2015 representan altas perspectivas para una mayor explotación y exportación (Gamarra & Yamashiro, 2015).

Su anatomía es de forma cilíndrica con aletas terminales en la parte superior, su cabeza está unida a sus brazos y tentáculos. El calamar gigante alcanza un tamaño hasta los 150 cm y puede llegar a pesar hasta 50 kilos, tiene una vida promedio de un año, Las zonas de mayor concentración frente a las costas peruanas están en Tumbes, Talara y Paita (Sempértegui Milachay & Vásquez Morzán, 2018).

El volumen de exportación peruana de Calamar gigante se ha incrementado notablemente, es por ello que, en éstos últimos años debido a los bajos precios y la gran variedad de presentaciones (Filetes, Tubos, Tiras, Dados, Aletas y Tentáculos, tanto fresca y congelada como cocida y congelada) surge una demanda internacional cada vez mayor (Quispe Huancaya, 2017)

Uno de los problemas principales para la comercialización y transporte del calamar gigante (CG) es su rápido deterioro, aún en congelación, en comparación con otros productos marinos, disminuyendo su calidad y oportunidades de proceso y comercialización. Como otros cefalópodos, el CG tiene un ciclo de vida corto, con un elevado recambio proteico, asociado con una alta actividad proteolítica endógena. La

mayor parte de los estudios referente al deterioro de productos están enfocados al tejido muscular de diversas especies de pescado (Dublan, 2006).

2.3.1. Clasificación taxonómica

La ubicación taxonómica del calamar gigante es como sigue:

Phylum : Mollusca
Clase : Cephalopoda
Orden : Teuthoidea
Suorden : Oegopsina
Familia : Ommastrephidaea
Subfamilia : Ommastrephinae
Género : *Dosidicus*
Especie : *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1985 in 1834-1847)
Nombre inglés : Jumbo Flying Squid

Nombres comunes: “Pota”, “Calamar gigante”, “Jibia”

Distribución geográfica: Desde Baja California hasta Valparaíso (Chile).

Símil de importancia internacional: *Illex argentinus* (Argentina), *Todaroes pacificus* (Japón).

Localización de la pesquería en el Perú: Tumbes, Talara, Paita ((IMARPE, "Bioecología y pesquería del recurso pota (*Dosidicus gigas*) en la costa norte del Perú, 2009)

2.3.2. Composición física

En general se aprovecha aproximadamente el 89,13% del calamar (48% manto, 10,14% cabeza, 16,34% tentáculos y 14,65% aletas) siendo el 10,86% de vísceras. Al ser un alimento de origen marino su valor nutrimental se considera bueno, destacándose el contenido de proteínas de fácil digestión (digestibilidad = 94%), carbohidratos no asimilables, vitaminas A, D y complejo B, bajo contenido graso y calórico (Martínez et al., 2010); mencionados por (Calvo, Carranco, Salinas, & Carrillo, 2016).

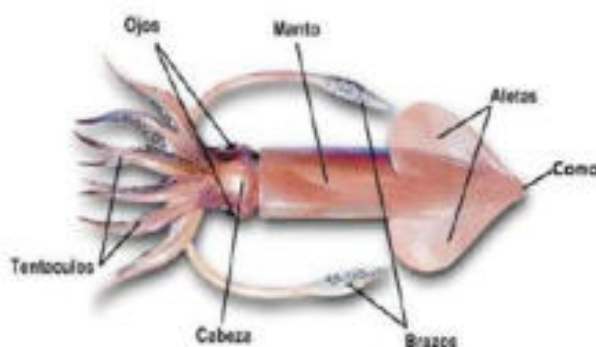


Figura 2. Calamar gigante (*Dosidicus gigas*)

Fuente: Markaida et al., (2004) mencionado por (Córdova Ramos, 2016)

En el Cuadro 6, se muestra la composición física de la pota, se puede apreciar que al tubo le corresponde el 49,3%.

Cuadro 6. Composición física de la pota

Componente	Promedio (%)
Cuerpo o tubo	49,3
Aleta	13,4
Tentáculos	21,4
Vísceras	15,4

Fuente: (IMARPE & ITP, “Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú”, 1996).

El manto de la pota es un cuerpo en forma cilíndrica al que se le denomina comúnmente tubo, el cual cumple la función de envolver y proteger los órganos internos; siendo este la parte más importante de la especie para el consumo humano, por ejemplo, en platos culinarios, precocidos, congelados, procesados o derivados (Markaida, 2006).

2.3.3. Composición química

La composición química del musculo de especies marinas, como es el caso del calamar gigante, varía dependiendo de algunos factores como: Sexo, talla, alimentación, temporada de captura y localización de la captura entre otros.

Existen muchas variaciones, en cuanto a composición química se refiere, de esta especie, así como también dentro de la misma especie; esta variación en la composición del músculo puede ocasionar cambio de sabor, color, textura y apariencia (Sikorski, 1990).

La pota es una especie magra, ya que contiene un bajo contenido de grasa y un alto contenido de humedad.

A continuación, se muestran en el Cuadro 7, el análisis proximal de la pota.

Cuadro 7. Análisis proximal de la pota

Componente (%)	IMARPE (1)	Maza et al. (2003) (2)	Rosas (2007) (3)
Humedad	81,1	82,4	83,78
Grasa	1,1	0,71	0,93
Proteína	16,0	16,4	14,3
Sales minerales	1,7	1,41	1,13

Fuente: (1) (IMARPE & ITP, “Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú”, 1996)

(2) (Maza, Rosales, & Castro, 2003)

(3) (Rosas, 2007)

Igualmente, la pota contiene minerales como el calcio, zinc, potasio y magnesio, cuyas funciones principales son la formación de huesos y dientes, así como la intervención en los procesos de generación de energía, formación de músculo, regulación de la contracción y relajación muscular, entre otras (Keyl, Arguelles & Tafur, 2010); mencionado por (Córdova Ramos, 2016).

Dentro de sus componentes minerales más abundantes que presenta la pota están el fósforo, potasio, sodio y magnesio (Armenta, 2006); mencionado por (Córdova Ramos, 2016).

Los componentes minerales se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Macro y Microelementos de la pota

Contenido	Promedio
Sodio (mg/100g)	198,2
Potasio (mg/100g)	321,9
Calcio (mg/100g)	9,1
Magnesio (mg/100g)	45,6
Fierro (ppm)	0,8
Cobre (ppm)	1,4
Cadmio (ppm)	0,2
Plomo (ppm)	0,2

Fuente: (IMARPE & ITP, “Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú”, 1996).

El Instituto Nacional de Salud (INS) del Ministerio de Salud del Perú, menciona que la pota ha adquirido mayor presencia en nuestra dieta. Es una alternativa más barata que el calamar, pero igualmente nutritiva. En cuanto a su valor nutritivo, es una excelente fuente de proteínas de alto valor biológico que contiene todos los aminoácidos esenciales. Su contribución en grasa es baja, por lo que su aporte en calorías, también lo es. Además, contiene vitaminas B, fundamentales para el metabolismo, el mantenimiento del sistema nervioso central, del aparato digestivo y la piel. Presenta minerales como el fósforo, potasio y magnesio, que ayudan a la formación de huesos y dientes. Además, la pota contiene Taurina, un aminoácido que regula la presión sanguínea disminuye la formación de coágulos en las venas, mejora la visión y visibilidad nocturna y actúa como antioxidante (Córdova Ramos, 2016).

En los cefalópodos, el nitrógeno no proteico (NNP) es la fracción hidrosoluble de compuestos extractables constituidos principalmente por el cloruro de amonio (NH₄Cl), bases volátiles totales (N-BVT), trimetilamina (N-TMA), aminoácidos libres (metionina, arginina), péptidos, hipoxantina y entre otros, que confieren el mal sabor “ácido-amargo” de la especie, en el Cuadro 9, se muestran algunos datos (Maza, Rosales, & Castro, 2003).

Cuadro 9. Contenido de nitrógeno proteico y no proteico en el músculo de la pota

Componentes	Cantidad (mg/g)	Porcentaje
Nitrógeno proteico (mg/g)	13,66	60,5
Nitrógeno no proteico (mg/g)	8,9	39,5
Bases volátiles totales (mg/100 g)	182,32	-

Fuente: (Maza, Rosales, & Castro, 2003)

2.3.4. Desembarque

Es de destacar, que durante el 2015 y 2016, se capturaron 513 774 y 301 601 toneladas de calamar gigante, respectivamente; durante el 2017 se viene capturando 251 346 mil toneladas, extraídos por la flota artesanal (Información preliminar, Produce – IMARPE) (IMARPE, 2018).

D. gigas es además la especie de cefalópodos que soporta las mayores capturas a nivel mundial habiéndose registrado una captura media anual de 886 mil toneladas en los últimos diez años (2007 – 2016) y un máximo de 1,16 millones de toneladas en 2014.

El desembarque del calamar gigante o pota durante el periodo 2010 – 2017 presentó una tendencia creciente con un máximo de 556 mil toneladas en el 2014 sin embargo durante el 2016 y 2017 los desembarques disminuyeron significativamente respecto al 2015. Mensualmente la disminución de los desembarques fue observada a partir de agosto del 2015 hasta junio del 2016, mes en el cual se registró el menor valor mensual de desembarque desde el 2010. A partir de julio de 2017, los desembarques mensuales se recuperaron fluctuando alrededor de 30 mil toneladas mensuales, sin embargo, estos disminuyeron nuevamente alcanzando los valores mensuales más bajos observados durante el periodo 2013 – 2017 (IMARPE, 2018).

Entre enero y noviembre del 2018, los desembarques de pota ascendieron a 311329 toneladas, un crecimiento de 10,3% en términos de valores respecto a similar periodo del 2017. La cifra representa una recuperación tras tres años

consecutivos a la baja en los que el recurso presento una alta dispersión que dificulto su captura, afectada por la presencia del fenómeno del Niño Costero del 2017 (El Comercio, 2019).

Según el Diario (EL TIEMPO, 2018), la pesca de pota empezó a restablecerse en el Puerto de Paita. La captura de este producto subió de 30 Ton diarias en enero a 200 Ton en esta semana. Así lo dio a conocer el gerente de la Asociación Paita Corporation. Lizardo Ayón. Asimismo, indico que “La normalización de la temperatura del mar (entre 23 a 25 grados frente a Paita), es bueno para la pesca, después de pasar por dos periodos de anomalías muy opuestas, El Niño Costero que duro hasta Mayo – Junio (2017) y la Niña con valores de hasta 2,5 grados por debajo de lo normal”.

En el Cuadro 10, se puede apreciar el desembarque de la pota durante los últimos 9 años.

Cuadro 10. Perú: Desembarque de pota (2009 – 2018 TM)

Especie	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Pota	369822	404730	497462	451061	556156	513796	323337	295 975	316926

Fuente: (Ministerio de la Producción, 2018). Empresas Pesqueras y Direcciones Regionales de Producción (DIREPRO)

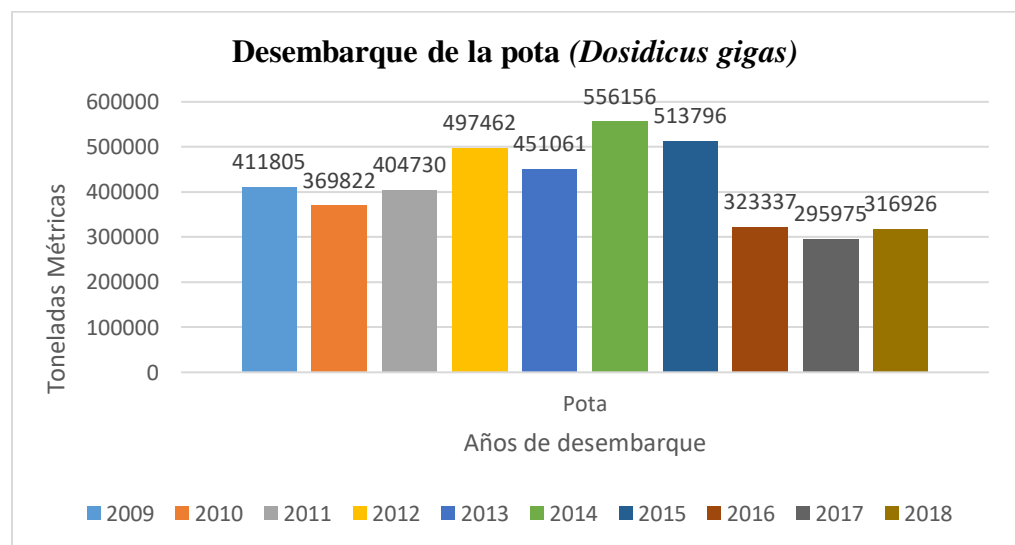


Figura 3. Desembarque de la pota (*Dosidicus gigas*)

Según estadísticas en la Figura 4, se muestran un periodo creciente del 2011 al 2015 y una fuerte reducción entre el 2016 y 2017. Esta reducción en la biomasa se debe a cambios en el peso promedio de los individuos capturados, los cuales son menores a los registrados en años anteriores. Los niveles poblacionales estimados muestran una cierta estabilización del 2002 al 2015 y una disminución del 2016 al 2017 respecto a los años 2013 – 2015 (IMARPE, "Bioecología y pesquería del recurso pota (*Dosidicus gigas*) en la costa norte del Perú, 2009).

2.3.5. Distribución

El calamar gigante es una especie nerítica oceánica de amplia distribución en el Pacífico Este (IMARPE, 2017). Su hábitat en el Océano Pacífico se encuentra entre los 37° a 40° latitud norte y los 45° a 47° latitud sur y llega hasta los 125° a 140° longitud oeste, a la altura de la línea ecuatorial. Esta especie es de hábitos pelágicos, es decir, habita y se alimenta cerca de la superficie del océano. Por tanto, ocupa las zonas alrededor del talud continental, entre la superficie y los 1200 metros de profundidad, llegando a medir 1.2 metros de longitud de manto (2 metros de longitud total) y llega a pesar hasta 50 Kg (Nesis, 1983); mencionado por (Paredes & De la Puente, 2014).

Habita en aguas cálidas y frías a lo largo de la costa del Pacífico, desde Baja California (EE. UU.) hasta Valparaíso (Chile). Es una especie oceánica la cual se encuentra en la zona nerítica, es decir, cerca de la costa de la zona marítima, en áreas altamente productivas, especialmente en las zonas periféricas de los afloramientos costeros, presenta migraciones de regular extensión relacionadas con los procesos de alimentación y desove. En el Perú, las altas concentraciones de la Pota han sido asociadas a las zonas de mezcla de masas de Aguas Superficiales Subtropicales (ASS) y Aguas Costeras Frías (Sempértegui Milachay & Vásquez Morzán, 2018).

El calamar gigante se encuentra comúnmente a lo largo de toda la costa peruana ocupando áreas que pueden ubicarse entre 10 y más de 500 millas náuticas de distancia de la costa, y diariamente migra verticalmente entre la superficie durante la noche a profundidades de 600 hasta 1200 m durante el día. El tamaño

de las poblaciones, la abundancia local y la profundidad del fondo, latitudes y distancias de la costa donde ocurren las concentraciones más altas pueden variar mucho, estacionalmente y de año en año, aunque por lo general están más cerca de la costa en verano y más alejadas en invierno y primavera (Csirke, y otros, 2018).

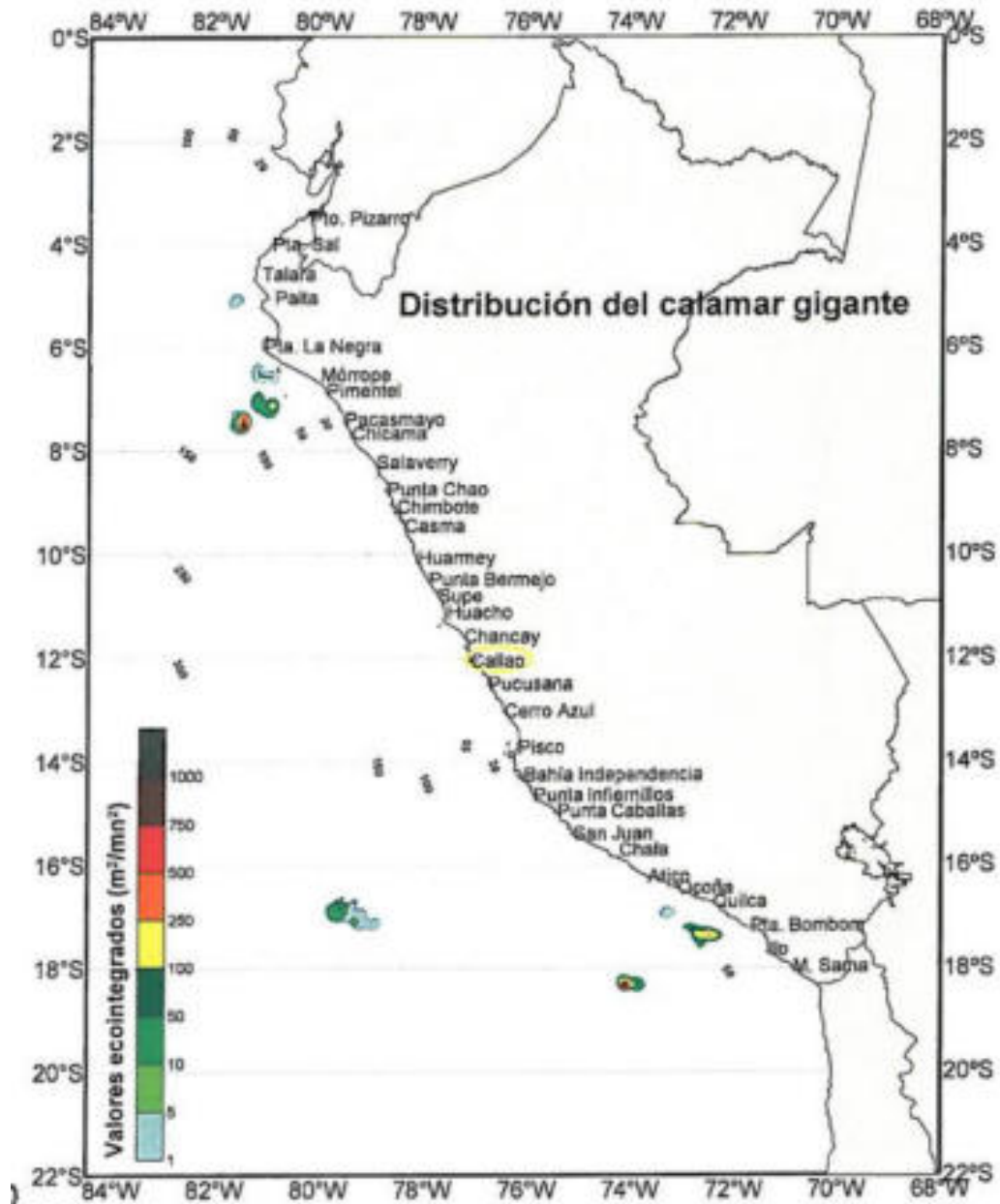


Figura 4. Distribución y concentración del calamar gigante en el litoral peruano

Fuente: (IMARPE, 2016)

2.3.6. Reproducción

El calamar gigante es de vida corta y semélparos (desovan una vez y mueren); además, son oportunistas ya que responden rápidamente a los cambios ambientales, lo que determina que sus poblaciones muestren grandes variaciones entre generaciones, lo cual es reflejo de los cambios en los reclutamientos (IMARPE, 2017).

(Csirke, y otros, 2018); observaron las primeras fases del desarrollo embrionario del calamar gigante en condiciones controladas y determinaron que a 20°C los huevos eclosionaron 6,5 días después del desove.

El calamar gigante desova frente a toda la costa peruana donde, con cierta variabilidad interanual en su distribución longitudinal y latitudinal, se han observado grupos principales de calamares maduros y desovantes desde 20 hasta más de 300 millas náuticas de distancia de la costa, tanto en la zona norte como centro y sur, mientras que las paralarvas siguieron un patrón de distribución similar, pero en áreas más amplias (Tafur et al. 2001, Fisheries Agency of Japan 2009, Sakai y Yamashiro, 2013, IMARPE, 2015); mencionados por (Csirke, y otros, 2018).

El calamar gigante es una especie que presenta un amplio rango de tallas (talla máxima de 120 cm) un rápido crecimiento y cambios temporales en la talla de madurez debido a su alta plasticidad fenotípica. Esta especie se reproduce cuando los machos alcanzan la madurez y llegan a la zona de reproducción, logrando transferir los espermatozoides a través de la membrana bucal de la hembra, se cruzan bajo la posición de cabeza a cabeza. El desove se realiza 2 veces al año: uno en primavera y el otro en verano (Sempértegui Milachay & Vásquez Morzán, 2018).

D. gigas es considerado un depredador activo y voraz, lo cual sumado a su corto ciclo de vida y amplia plasticidad ecológica lo convierten en un organismo oportunista que se adapta rápidamente a los cambios según las condiciones ambientales (Sempértegui Milachay & Vásquez Morzán, 2018).

2.3.7. Exportación

En el Perú, las exportaciones de pota han crecido de manera significativa en las últimas dos décadas. Si bien en 1997 las exportaciones de esta especie llegaban solo a España, para el 2013 se registraron exportaciones a más de 50 países, en todos los continentes (SUNAT, 2014). Las exportaciones de este recurso se realizan en distintas presentaciones, incluyendo: congelados, conservas y harina (Paredes & De la Puente, 2014).

Destacando como empresas peruanas exportadoras de calamar gigante figuran CNC S.A.C., Productora andina de Congelados S.C.R.L., Seafrost S.A.C., Pacific Freezing Company S.A.C., Costa Mira S.A.C., Pesquera Exalmar S.A.A., Corporación de Ingeniería de Refrigeración S.R.L. y Perupez S.A.C. (Quispe Huancaya, 2017).

Cabe indicar, que el calamar gigante o pota es el recurso de mayor importancia económica entre los cefalópodos pelágicos del pacífico oriental. En el Perú sustenta actualmente la más importante pesquería artesanal nacional, en términos de puesto laborales, exportaciones mediante el ingreso de divisas y seguridad alimentaria. Es la segunda pesquería más importante del país (IMARPE, 2017).

El ministro Raúl Pérez Reyes, indicó que entre enero y octubre del 2018, los envíos al exterior de productos elaborados en base a pota superaron los US\$ 589 millones (Valor FOB). Los principales destinos de exportación de la pota son: España, China, Tailandia, Corea del Sur y Japón, los mismos que concentran el 80% de los envíos realizados en dicho periodo (El Comercio, 2019).

China lidera la exportación mundial de pota, con 36% de participación del mercado y ventas FOB de US\$ 1080 millones. Tailandia es el segundo país exportador con 12% de participación y ventas de US\$ 382,61 millones y en tercer lugar se ubica India con una participación de 10% y ventas de US\$ 328,85 millones. El Perú se ubica en cuarto lugar con 7% de participación y ventas de US\$ 230.63 millones. Estos países compran pota congelada, para procesarlo en pota curada y enlatada, dándole valor agregado y generando

mayores ganancias por mayor precio de venta (Gamboa Yáñez, Núñez Delgado, & Rivera Álvarez, 2017).

Mayormente se utiliza como materia prima para la elaboración de diversos productos alimenticios, como, por ejemplo. Análogos marinos, patas de cangrejo, camarones, análogos cárnicos y productos variados tales como hamburguesas, salchichas y tortillas (Ramírez, Uresti, Velázquez, & Vázquez, 2011).

El fresco es la segunda presentación más importante después del congelado. La pota es eviscerada en alta mar, perdiendo alrededor del 15% de su peso (Policarpo, 1998) y luego es lavada en los puntos de desembarque a lo largo del litoral, donde se estiba en cajas con hielo y se lleva hacia los mercados mayoristas y minoristas de pescado del país (Sueiro & De la Puente, 2013).

2.4. ARROZ INTEGRAL

Se entiende por arroz entero o arroz integral el grano de *Oryza sativa L.* descascarado, con pericarpio, duro, seco, libre de impurezas y parásitos, es un cereal que se cosecha con cascara y que se descascara para su consumo (Albarracín, 2014).

El arroz integral, llamado también arroz cargo, arroz pardo o arroz moreno, es arroz descascarillado, al que sólo se le ha quitado la cáscara exterior o gluma, no comestible, conserva el germen íntegro con la capa de salvado que lo envuelve, lo que le confiere un color moreno claro (Gonzales Seminario & Seminario Ruiz, 2016).

El arroz integral, se obtiene removiendo la cáscara del grano por presión mecánica en una descascaradora de rodillos de caucho que giran en sentido contrario y a diferentes velocidades. La cáscara es arrastrada por una corriente de aire hasta un ciclón para separarla del grano descascarado. En una segunda etapa se obtiene el arroz elaborado o arroz blanco por pulido abrasivo del arroz integral, separándose el germen y el salvado como subproductos. Finalmente se eliminan los granos quebrados del lote de granos enteros (Mahapatra y Lan, 2007); mencionados por (Loubes, 2015).

2.4.1. Estructura y composición nutricional

El arroz integral tiene una estructura semejante a la de otros cereales integrales, formado por el endospermo, germen y el salvado. El endospermo contiene aproximadamente el 90% almidón y el 8% proteína y representa el 89-94% del arroz integral. El germen (embrión) está situado en un lado del endospermo, hacia la base de la cariósida, y contiene cantidades importantes de lípidos y proteínas, y representa del 2 al 3% del arroz integral. El salvado, a su vez, representa entre el 5 y el 8% del arroz integral y está formado por tres capas externas distintas: el pericarpio, el tegumento y las capas de aleurona que rodean el endospermo y el germen. El salvado de arroz contiene aproximadamente 15% de proteína, 20% de grasas, 50% de carbohidratos, 10% de fibra y 5% de cenizas (Arendt y Zannini, 2013); mencionados por (Cáceres Costales, "Optimizaciòn de la germinacion de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtenciòn de alimentos con alto valor nutritivos y funcional", 2015).

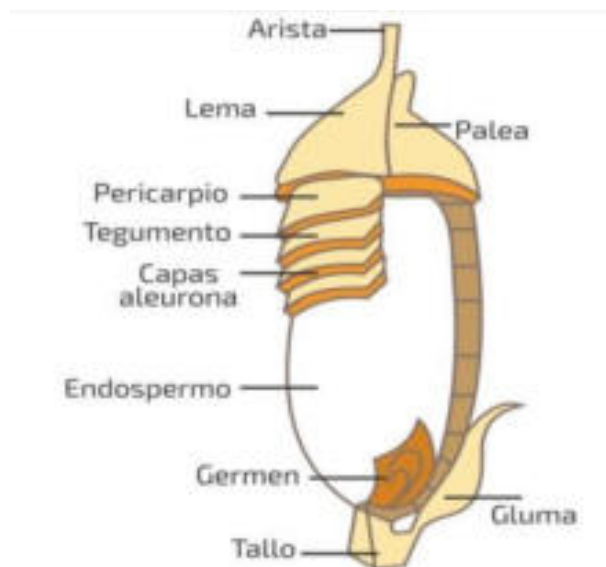


Figura 5. Sección longitudinal de la semilla de arroz

Fuente: (Cáceres Costales, "Optimizaciòn de la germinacion de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtenciòn de alimentos con alto valor nutritivos y funcional", 2015)

El principal nutriente del arroz integral son los hidratos de carbono, contiene alrededor de un 7% de proteínas, dentro de las cuales no se encuentran prolaminas tóxicas relacionadas con la enfermedad celíaca, y posee vitaminas y minerales que se suelen perder en gran proporción con los procesos de refinado y pulido. El arroz proporciona mayor contenido calórico y de proteínas por hectárea que el trigo y el maíz (Smith, 1998); mencionado por (Albarracín, 2014).

La composición del arroz depende del proceso de tratamiento llevado a cabo; especialmente en lo relativo al contenido de fibra dietaria, lípidos, vitaminas y minerales. El almidón; como en el resto de los cereales, es el principal componente del arroz (70-80%). El contenido de proteínas es algo más bajo que en el resto de los cereales (87%), pero la lisina está presente en mayor concentración (Juliano, 1985); mencionado por (Albarracín, 2014).

El arroz se caracteriza por su contenido en vitaminas del grupo B, especialmente B₁, pero la eliminación de las cubiertas externas produce una pérdida de alrededor del 80%. Tiene bajo contenido de sodio (5 mg/100g) y elevado contenido de potasio (10 mg/100g) se recomienda en dietas hipertensas. El arroz, el mijo y el sorgo son cereales recomendados para la dieta de enfermos celíacos (García – Villanova Ruiz y Guerra Hernández, 2010); mencionado por (Albarracín, 2014).

El arroz integral tiene más valor nutritivo que el arroz blanco debido a que el salvado contiene muchos elementos como fibra, vitaminas B₁, vitaminas B₂, B₃, vitamina D, hierro, magnesio, calcio y potasio que se pierden con la molienda a la que es sometido el arroz blanco (Gonzales Seminario & Seminario Ruiz, 2016).

El arroz integral proporciona, en términos generales, la misma energía que el arroz blanco, principalmente debido a su contenido en carbohidratos. Sin embargo, su contenido y calidad de proteínas y lípidos, fibra alimentaria, minerales y vitaminas es, en general, notablemente superior (Cáceres Costales, “Optimización de la germinación de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtención de alimentos con alto valor nutritivo y funcional”, 2015).

En el Cuadro 11, se puede observar la Composición de nutrientes del arroz blanco y el arroz integral.

Cuadro 11. Composición de nutrientes del arroz blanco y arroz integral

Nutrientes	Arroz blanco	Arroz integral
Proximal		
Agua (g/100g)	11,62	10,37
Energía (Kcal/100g)	365	370
Proteína (g/100g)	7,13	7,94
Lípidos g/100g)	0,66	2,92
Cenizas (g/100g)	0,64	1,53
Carbohidratos (g/100g)	79,95	77,24
Fibra alimentaria total (g/100g)	1,30	3,50
Minerales		
Calcio (mg/100g)	28	23
Hierro (Fe) (mg/100g)	0,8	1,47
Magnesio (mg/100g)	25	143
Fosforo (mg/100g)	115	333
Potasio (mg/100g)	115	223
Sodio (mg/100g)	5	7
Zinc (mg/100g)	1,9	2,02
Cobre (mg/100g)	0,22	0,28
Manganeso (mg/100g)	1,09	3,74
Selenio (mg/100g)	15,1	23,4
Vitaminas		
Tiamina (mg/100g)	0,07	0,40
Riboflavina (mg/100g)	0,05	0,09
Niacina (mg/100g)	1,6	5,09
Acido Pantoténico (mg/100g)	1,01	1,49
Piridoxina (mg/100g)	0,16	0,51
Ácido fólico (µg/100g)	8	20
Vitamina E (mg/100g)	0,11	1,2
Vitamina K (µg/100g)	0,1	1,9

Fuente: (USDA, 2011); mencionado por (Cáceres Costales, “Optimización de la germinación de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtención de alimentos con alto valor nutritivo y funcional”, 2015).

2.4.2. Producción del arroz

La producción del arroz cáscara creció a un ritmo de 2,4% anual del 2001 al 2017. El año 2001 se produjeron 2 millones 28 mil toneladas, y el año 2017 se llegó a las 3 millones 39 mil toneladas. Se observa una tendencia ascendente en la producción nacional, con excepción del 2004, año en que se produjo solo 1 millón 845 mil toneladas. El incremento de la producción en el periodo 2001-2017 fue impulsado por una cada vez mayor superficie cosechada (creció 2,0% promedio por año) y al incremento del rendimiento (creció 0,4% promedio al año) (Gonzales Seminario & Seminario Ruiz, 2016).

En el Cuadro 12, se puede apreciar la producción nacional de arroz cascara del 2008 al 2017.

Cuadro 12. Producción nacional de arroz cáscara (2008-2017)

Especie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Arroz cascara	2 794	2 991	2 831	2 624	3 043	3 047	2 897	3 151	3 166	3 039

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).



Figura 6. Producción de arroz integral del 2008 al 2017

La principal región productora de arroz de cascara en el 2017 fue San Martín con 27% de participación. Le siguieron las regiones de Lambayeque (13%),

Piura (12%), Amazona (10%) y la Libertad (7%). Respecto al rendimiento por regiones, la mayor productividad se logró en Arequipa, donde se obtuvo un promedio de 13,9 t/ha frente al 7,2 t/ha. de promedio nacional, le siguieron Ancash (11,9 t/ha), Tumbes (8,5 t/ha) y Lambayeque (8,0 t/ha) (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

La producción de arroz cáscara totalizó 293,607 toneladas en marzo del 2019, volumen superior en 23.1% comparado con similar mes del año pasado, informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el informe técnico Perú: Panorama Económico Departamental. Entre los departamentos que presentaron mayor producción resaltaron La Libertad (336.5%), Áncash (157.3%) y Amazonas (28.4%), que en conjunto concentraron el 53.4% del total nacional. No obstante disminuyó en Pasco (-67.6%), Ayacucho (-45.5%), Arequipa (-30.6%), Ucayali (-30.0%), Huánuco (-23.9%), Cajamarca (-19.9%), Junín (-16.3%), Loreto (-15.2%), San Martín (-12.2%) y Madre de Dios (-4.1%) (AgroForum.pe, 2019).

2.4.3. Consumo de arroz en el Perú

En promedio, el Perú produce 3 millones y medio de toneladas de arroz cáscara y de excelente calidad al año, pero a pesar de ello, el país no es autosuficiente para la demanda que se requiere. El presidente de la Asociación Peruana de Molineros de Arroz, Luis Gasco Arrobas, detalló que para satisfacer la demanda se tiene que importar el cereal de otros países, pues anualmente ingresan al Perú entre 200 y 250 mil toneladas de arroz blanco. De ello el 85 por ciento de los granos es uruguayo o del Mercosur, mientras que el 7 por ciento es brasileño, argentino, asiático, americano y otros. Por otro lado, el consumo nacional de arroz en el 2011 fue de alrededor de 145,000 mil toneladas mensuales en promedio, siendo el consumo per cápita anual de 63.5 kg por persona (Gonzales Seminario & Seminario Ruiz, 2016).

2.4.4. Exportaciones del arroz

En el 2017 se exportaron 196 t, cantidad inferior en 38% respecto al 2016, año en que se registraron 8 666 t., Así también entre el 2000 y 2017 acumularon un

decrecimiento de 15,3% en volumen de arroz exportado, ya que en el 2000 ingresaron a nuestro país 3 287 toneladas (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Terminado 2017, el principal país de destino de las exportaciones de arroz fue Chile, que adquirió 54% del total exportado, el segundo lugar lo ocupó Panamá al comprar 29% del total exportado, en el tercer lugar se ubicó Estados Unidos captando un 3% del total exportado, siguiéndole en orden de importancia Canadá (2%) y los demás destinos concentraron el 12% restante (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

2.4.5. Intolerancia a las prolaminas y gluten

Existe, un grupo poblacional que presenta intolerancia a las prolaminas y gluten presentes no sólo en el trigo, sino también en la avena, la cebada y el centeno, conjunto de cereales identificados como TACC. Este serio síndrome, caracterizado por una mala absorción intestinal es llamado enfermedad celíaca y puede llevar a una severa malnutrición (Sánchez et al., 2002); mencionado por (Alvis, Pérez, & Arrazola, 2010). Entre los cereales considerados aptos para ser consumidos por la población que tiene problemas con el gluten (maíz, arroz, sorgo) y que han sido objetos de estudios para intentar sustituir al trigo en la formulación de productos panificados, el arroz es el más utilizado. Esto es debido a que por su bajo contenido en prolaminas (Gujral y Molina, 2004); mencionado por (Alvis, Pérez, & Arrazola, 2010), su carácter hipoalergénico, sabor insípido, bajo contenido en sodio y alto contenido de carbohidratos de fácil digestión, lo transforman en un cereal especialmente apto no sólo para preparar alimentos para celíacos, sino también para intervenir en dietas especiales (Champagne, 1996; Bryant et al., 2001; Kadan y Pepperman, 2002; Sivaramakrishnan et al., 2004; Hagenimana et al., 2006). Veluppillai et al. (2010); mencionados por (Alvis, Pérez, & Arrazola, 2010), estudiaron la posibilidad de sustituir parcialmente harina de trigo con harina de arroz malteado en la fabricación de pan, encontrando una formulación de 65 % de harina de trigo, 35% de harina de arroz malteado y 2% de grasa, con un alto grado de aceptación por los consumidores, además la inclusión de esta harina

en el pan puede reducir considerablemente el índice glucémico del pan (Alvis, Pérez, & Arrazola, 2010).

2.5. HOJUELAS

Los cereales de desayuno comprenden una gran variedad de productos con una amplia variedad de cereales, formas, formulaciones y procesos tecnológicos. En general incluyen un proceso de extrusión (a_w baja – intermedia y temperatura superior a 80° - 95°C) y secado – tostado (a_w baja y temperatura superior a 150°C). Las reacciones de pardeamiento químico (Maillard y caramelización) pueden darse en la elaboración de estos productos y van a intervenir en la calidad sensorial de estos productos.

El estudio de una gran variedad de cereales de desayuno comerciales procedentes de 12 empresas con muestras de cereales de maíz, arroz, trigo y mezcla de cereales mostraron valores entre 62 y 803 $\mu\text{g}/\text{kg}$, con un valor medio de 292 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Coincidiendo los valores más altos, en los cereales cuya base es el trigo, en los que tienen más fibra y en los que poseen mayor contenido en proteínas (Rufian-Henares y col., 2006); mencionados por (Plata Guerrero, 2015).

2.5.1. Definición

Las hojuelas de pescado (snack), es un alimento tipo bocadillo, de una masa frita muy extendida y delgada, esta mezcla es el almidón, pulpa de pescado, camarón, langostino y pota, saborizantes, agua y sal, luego de ser cocida a vapor y cortada en láminas, secada, frita por inmersión en aceite a temperaturas de 185°C – a190°C, por algunos segundos, produciéndose un fenómeno de expansión que da origen a la crocantes del producto luego son envasadas en bolsas de plástico ofreciendo cierta barrera a la transmisión de oxígeno y humedad (Rado E, Wong L, Gallo M, Castro R., 1989; mencionado por (Guzmán Neyra, “Plan de marketing para la comercialización de hojuelas de calamar gigante: caso ciudad de Arequipa”, 2013). En el Perú la hojuela de pescado es considerada como un producto nuevo, en el ITP se realizaron estudios empleando la pulpa de merluza congelada quienes concluyeron que diversas proporciones de agua confieren diferentes propiedades de textura al

producto final (Guzmán Neyra, “Plan de marketing para la comercialización de hojuelas de calamar gigante: caso ciudad de Arequipa”, 2013).

2.5.2. Análisis físico – organoléptico

Al realizar al producto un análisis físico - organoléptico, su textura debe ser esponjoso y crocante, el sabor debe ser agradable, suave, libre de sabores y olores extraños al producto, su apariencia debe ser uniforme tanto en color como en tamaño.

2.5.3. Composición química y valor nutritivo

En el Cuadro 13, se puede observar el análisis bromatológico reportado según el laboratorio de Control de calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura para el snack de pulpa de pota, esta presenta, excelentes características nutricionales, se puede apreciar valores proteicos de 15,11%, 13.39% y 11,87% lo que varía de acuerdo al porcentaje de pulpa de pota agregada (Chumacero Flores, 2018).

Cuadro 13. Composición química proximal del snack sin freír

Componente	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	Método
% pulpa de pota	43.9	29.5	14.6	
Humedad	6,96	6,57	6,44	NTP 201.046:1999
Cenizas	1,49	1,81	2,09	NTP 201.046:1999
Grasas	0,98	1,15	1,20	NTP 201.046:1999
Proteínas	15,11	13,39	11,87	NTP 201.046:1999
Carbohidratos	75,46	77,08	78,04	Por diferencia

Fuente: (Chumacero Flores, 2018)

La aplicación de la pulpa de pota en productos como el snack constituye en una nueva alternativa de comercialización y estímulo para el consumo del calamar

gigante, ya que no existe la cultura de consumo, por lo que es necesario promover el gusto por este recurso tan prodigioso como el calamar gigante o pota en las nuevas generaciones, contribuyendo de esta manera a erradicar aunque sea mínima parte de la desnutrición ya que este producto presentó mayor contenido de proteínas que cualquiera de los otros similares presentes en el mercado nacional (Chumacero Flores, 2018)

Es importante destacar que el porcentaje de proteínas del producto es superior a los productos tipo bocadillo que se expenden en el comercio cuyo contenido proteico no supera el 5%.

En el Cuadro 14, se puede apreciar los resultados de la composición química proximal de la hojuela dulce de pota con harina de quinua (HQ), así como la composición química de un snack tradicional.

Cuadro 14. Composición química proximal de hojuelas de pota

Componente	Hojuela dulce de pota con quinua (1)	Snack con proteína marina (2)	Snack de calamar (3)	Chizito harina de maíz (3)	Snack Tor-tees (3)
Humedad (g/100g)	5,24	1,75	2,96	2,5	1,3
Proteínas (g/100g)	13,09	11,81	13,11	5,7	7,7
Grasas (g/100g)	0,70	26,52	36,98	9,0	27,5
Carbohidratos (g/100g)	79,12	57,91	46,06	79,4	61,9
Cenizas (g/100g)	1,59	1,18	0,89	2,4	1,6
Fibra (g/100g)	0,25	0,83	s/dato	0,0	0,0
Energía (kcal)a	s/dato	s/dato	s/dato	425	526

Fuente: (1) (Salcedo Palomino, 2015)

(2) (Villafuerte, Obispo, Maza, & Macavilca, 2015)

(3) (Chumacero Flores, 2018)

Según (Salcedo Palomino, 2015); en su proyecto de elaboración de hojuela de papa con harina de quinua y almidón de papa obtuvo un snack con alto contenido proteico comparado a los tradicionales,

Los resultados del análisis químico proximal del producto final en comparación al que presenta una hojuela comercial de la marca Nestlé, mostró similitud en los valores de humedad y carbohidratos, al comparar el contenido proteico de la hojuela de papa con .harina de quinua con una hojuela comercial, podemos observar que se logró obtener un producto superior en proteína a la elaborada por Nestlé pero en fibra y extracto etéreo la hojuela de Fitness de la empresa Nestlé, fue más alto; estas variaciones fueron atribuidas a los ingredientes utilizados en la elaboración de las hojuelas.

Respecto al contenido de grasa, debido al bajo aporte de grasa por parte de los insumos en la preparación de hojuelas, el producto final presento un valor por debajo de las hojuelas. comerciales que presentaron un rango de 1.3-6.9 (Altamira et al., 2006);

En cuanto el contenido de humedad, próximo al 5%, de proteína, 13.09% y la baja cantidad de fibra 0.25%; se puede observar que estos valores cumplen los requerimientos de la norma NTP- 209.260.

El contenido de carbohidratos presenta un valor dentro de las hojuelas comerciales desde 46.6-79.9% (Altamira et al., 2006). Como se sabe las únicas fuentes de carbohidratos dentro de la mezcla fueron la harina de quinua y el almidón de papa, que aportaron el alto contenido de carbohidrato (Salcedo Palomino, 2015).

Se mezcló con 43.9% de pulpa de papa; para el contenido de cenizas la formulación 3 fue la que presentó el más alto de todos (2.09%), lo que nos indica que a mayor contenido de harina de soja el % de cenizas va aumentando a esta se le aplicó 43.9 %; el contenido porcentual de grasa total en el snack de papa registró valores de 0.98%, 1.15% y 1.20% para las formulaciones 1, 2 y 3; presentando excelentes características nutricionales, ya que reportan valores proteicos de 15.11%, 13.39% y 11.87%.

Según (Villafuerte, Obispo, Maza, & Macavilca, 2015); en su trabajo de investigación tuvieron por objetivo evaluar y determinar los parámetros óptimos de control para el proceso tecnológico de un snack a base de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*), enriquecido con calamar gigante (*Dosidicus gigas*), logrando el incremento del nivel proteico en 5,17 g/100 g de snack, en comparación con el producto comercial (Chizito y tortees).

El contenido de grasa es relativamente alto comparado con otros productos porque el snack de papa requiere que sea sometido a fritura, lo cual hace que se eleve el porcentaje y calidad de grasa, por lo que se debe proveer de la utilización de diversos tipos de aceites deben ser saludables. Así mismo debido al incremento de la fracción de grasa (36.98%, 37.42% y 37.99%) para las formulaciones 01, 02 y 03; se puede constatar que los valores de los otros componentes también sufren variaciones opuestas a la grasa total.

Con respecto a las características sensoriales de las hojuelas, la crocantes en el producto tipo bocadillo influye de manera determinante en la imagen del producto al consumidor, en mayor grado que el sabor y color del mismo. Diversos son los factores que contribuyen a la concurrencia de esta propiedad, aunque el más importante está constituido por la actividad del agua y su contenido de humedad, según la interacción dada por la isoterma de absorción (Rado *et al.*, 1989); mencionado por (Villafuerte, Obispo, Maza, & Macavilca, 2015).

Se llevaron a cabo producciones piloto en las que se resaltó la aparición de problemas de textura en la hojuela frita, debido al contenido de agua utilizada en la formulación respectiva, de acuerdo a estos resultados concluyeron que diversas proporciones de agua confieren diferentes propiedades de textura al producto final (Ver Cuadro 15) (Castro, 1991); mencionado por (Paúcar Villanueva, 2013).

Cuadro 15. Características sensoriales de las hojuelas de pescado

Textura	Totalmente crocante y esponjoso
Sabor y olor	Agradable, suave libre de sabores y olores extraños al producto
Apariencia general	Excelente, uniformidad de color y tamaño, apariencia porosa, suave y voluminosa

Fuente: Castro (1991) mencionado por (Paúcar Villanueva, 2013)

2.5.4. Tipo de hojuelas

Existen dos tipos: Hojuelas o snacks dulces y salados (Pérez, 2005).

Dulces: Hojuelas crujientes de frutas.

- Hojuelas de piña
- Hojuelas de mango
- Hojuelas de manzana
- Hojuelas de banana
- Hojuelas de papaya

Salados: Hojuelas crujientes de tubérculos, cereales y mezclas enriquecidas con pulpa de pescado.

- Hojuelas de papa
- Hojuelas de camote
- Hojuelas de yuca
- Hojuelas de pescado
- Hojuelas de pota
- Hojuelas de maíz
- Hojuelas de plátano

2.5.5. Proceso de Fritura de alimentos

La fritura es un proceso fisicoquímico complejo en el cual el producto a freír (papas, carne, pescado, productos empanizados, etc.) se somete a una temperatura alta con el propósito de modificar la superficie del producto, impermeabilizándolo de alguna manera, para controlar la pérdida de agua desde su interior, de esta forma es posible conservar muchas de las características propias del alimento, mejorando en la mayoría de los casos, su sabor, textura, aspecto y color. Así es posible obtener un producto más "apetecible", lo cual sin lugar a duda contribuye al éxito de consumo de los productos fritos.

La fritura es una operación unitaria que se realiza por inmersión, en aceite o grasa comestible a una temperatura superior al punto de ebullición del agua, por lo general 150 a 200°C. Conserva los alimentos por la destrucción térmica de los microorganismos y la reducción de la actividad de agua (aw). Con el freído, los alimentos adquieren ciertas características agradables de color, textura y aroma que son consecuencia, de la reacción de Maillard, de la absorción por el alimento de compuestos volátiles presentes y la formación de una corteza crocante, porosa y aceitosa y un interior húmedo y cocido. (Bouchon, 2002); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

Los productos fritos son altamente consumidos por la población, contribuyendo de manera significativa a la ingesta de lípidos, lo cual ocasiona sobre peso conllevando a enfermedades coronarias, por lo tanto, es necesario disminuir su consumo; además, un contenido mayor de aceite aumenta los costos de producción del producto. (Aguilera & Gloria, 1997); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

La fritura es el proceso fisicoquímico complejo en el cual el producto se somete a temperaturas altas con el propósito de modificar su superficie. La fritura por inmersión en aceite es uno de los métodos de cocinado más usados a nivel mundial, el aceite desempeña un papel crítico en la transferencia de calor y medio de impregnación y es el componente decisivo del proceso de fritura (Helen, 2004; mencionado por (Santos Lara, 2017). Las temperaturas de fritura

y los intervalos de tiempo van de 165 a 195°C y de 50 a 90 s (Plasencia, 1998); mencionado por (Santos Lara, 2017).

2.5.6. Consumo de frituras en el Perú

Muchas personas con el afán de satisfacer un antojo consumen diariamente frituras en diversas formas, sin saber que están ingiriendo una sustancia cancerígena, llamada acrilamida que se presenta en la cocción de alimentos ricos en almidón (carbohidratos) a altas temperaturas, manifestó la nutricionista Slovenia Ulloa Acuña de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón (UNIFE). (La República, 2013).

Según Slovenia Ulloa Acuña, nutricionista del Portal Salud en Cas mencionado por (Andina, 2014) ciertos alimentos ricos en almidón (carbohidratos) como la papa, que se fríen a altas temperaturas y se ofrecen sobre todo como comida rápida, pueden contener una sustancia cancerígena llamada acrilamida la cual está relacionada con la producción de cáncer, daños a nivel neuronal e inclusive con infertilidad masculino asimismo explicó que esta sustancia se genera cuando se calienta el alimento a más de 180°C, sobre todo en frituras, horneados y parrilladas.

"Se ha encontrado acrilamida en ciertos alimentos después de haber sido cocidos y procesados a temperaturas muy altas y sus niveles de concentración aumentan según el tiempo de calentamiento", advirtió.

Según la especialista, las frituras también contienen grasas trans, que se forma por la acción de aceites reutilizados y expuestos a elevadas temperaturas indico que estas grasas no solo bloquean las arterias y aumentan el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, sino también elevan el riesgo de desarrollar cáncer. "Las mujeres con altos niveles de grasas trans tienen el doble de probabilidades de sufrir cáncer mamario, comparadas con las que tienen niveles menores.

2.5.7. Características de los ingredientes empleados en la elaboración de hojuelas

a. Almidón

El almidón es un polisacárido de estructura helicoidal, su función es de reserva en las plantas. Consta de una mezcla de dos tipos diferentes de polímeros; la amilosa y la amilopectina. La primera es una molécula recta sin ramificaciones en la cual las moléculas de glucosa se unen mediante enlaces glucosídicos α (1 \rightarrow 4), la amilopectina es una molécula ramificada como el glucógeno o almidón animal, en donde las moléculas de glucosa se unen con enlaces glucosídicos α (1 \rightarrow 4) en su porción recta y enlaces α (1 \rightarrow 6) en sus ramificaciones que están separadas por 24-30 unidades de glucosa. Un extremo de la cadena de almidón lleva un grupo -OH que constituye el terminal reductor de la gran molécula. (Roquel, 2008; mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017))

El almidón es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables. Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria. Estructuralmente, el almidón consiste en dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina (Hernández Medina, Torruco Uco, Chel Guerrero, & Betancur Ancona, 2008).

La amilopectina difiere del glucógeno porque tiene menos ramificaciones y un peso molecular general más bajo, sus terminales no son reductores ya que los carbonos que tendrían el grupo -OH están participando en los enlaces glucosídicos. El almidón es un compuesto insoluble en agua fría, aunque tiende a ser más soluble en agua caliente cuando su molécula permite atrapar el agua, de manera que cuando baja la temperatura adquiere un aspecto gelatinoso denominado engrudo. Se encuentra en las plantas, almacenado como reserva energética. (Roquel, 2008; mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017)).

Entre las principales fuentes comerciales para la obtención de almidón se encuentran las semillas o granos de cereales como el maíz, el trigo, el sorgo y el arroz; tubérculos y raíces como la papa, el camote dulce, la tapioca y el tallo de la palma de sagú entre otros. (Jayakody, Hoover, Liu, & Donner, 2007; mencionados por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

En el planeta existe una gran diversidad de tubérculos ricos en almidón, sin embargo, solo 5 representan el 99% de la producción total en el mundo: “la papa (*Solanum tuberosum*, 46%), la yuca (*Manihot esculenta*, 28%), el camote o papa dulce (*Ipomea batatas*, 18%), el ñame (*Dioscorea spp.*, 6%) y el taro (*Colocassia*, *Cytosperma*, *Xanthosoma spp.*, 1%)” (Jayakody et al., 2007; mencionados por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017).

Curtis et al., (2010): mencionado por (Molina Pérez, 2015); plantearon identificar los factores que determinan la formación de acrilamida en harina de centeno e intentar establecer las relaciones entre las variedades y las condiciones ambientales para el control de las concentraciones de precursores. Los autores hallaron que acrilamida se correlaciona significativamente con asparagina, sacarosa con los azúcares totales. Contrariamente, encontraron una correlación menos significativa con fructosa y la formación de acrilamida no se vio afectada por el contenido en humedad. Una clara conclusión del estudio es que el principal factor limitante en la formación de acrilamida en la harina de centeno es la asparagina libre, al igual que en el trigo.

Los niveles de asparagina varían dependiendo de la variedad y del tipo de cereal. El centeno es el cereal que mayor cantidad de asparagina contiene, unas cuatro veces más que el trigo (centeno: 63,4 mg/100g; trigo: 17,4 mg/100g). El arroz posee valores inferiores (<10 mg/100g) y el maíz y la avena intermedios (15 mg/100g) (Seal y col., 2008); mencionado por (Plata Guerrero, 2015).

b. Agua

Desde el punto de vista tecnológico, el agua debe ser lo más blanda posible (libre de iones Ca^{2+} , Mg^{2+} y metales pesados). Conocer el grado de dureza del agua que va a ser usada es muy importante ya que una concentración alta de iones puede afectar negativamente la capacidad de retención de agua del

producto final. Por otra parte, la presencia en solución de sales de hierro, cobre y otros metales, además de riesgos toxicológicos, puede destruir parcialmente el ascorbato, presente en la salmuera como antioxidante, como veremos más adelante, afectando a la estabilidad del color del producto final (Freixanet, 2019).

La adición de hielo o agua tiene la misión de neutralizar el calor generado por las cuchillas al fragmentar la carne, cuando la temperatura de los cuchillos es elevada, puede producirse la desnaturalización de las proteínas, con lo que estas pierden sus propiedades fijadas de agua (Werner, 1995); mencionado por (Sullo Ignacio, 2017)

El hielo/agua resulta de importancia decisiva en los procesos de inhibición y disolución que acaecen en la pasta (Gerhardt, 1992); mencionado por (Sullo Ignacio, 2017).

c. Bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio se usa principalmente en la repostería, donde reacciona con otros componentes para liberar CO₂, que ayuda a la masa a elevarse, dándole sabor y volumen. Los compuestos ácidos que inducen esta reacción incluyen bitartrato de potasio (también conocido como crema de tártaro), jugo de limón, yogur, ácido acético (Wikipedia, 2019)

En el proceso de surimi el pH de la pulpa se regula adicionando bicarbonato de sodio para acercarse a la neutralidad y de esa manera alejarse del punto isoeléctrico de la proteína (Olivares et al., 2004); mencionado por (Sullo Ignacio, 2017).

d. Polifosfato

Los fosfatos alcalinos son usados para incrementar la capacidad de retención de agua de las carnes curadas, tienen la propiedad de modificar el pH del medio al que se adicionan. En el caso de la carne, los polifosfatos utilizados aumentan el pH hasta en 0,5 unidades o que ocasiona que este se aleje del punto isoeléctrico aumentando su capacidad de retención de agua. El uso de estos

fosfatos está restringido a una cantidad tal que resultara en no más de 0,5% en el producto terminado (Vinaros, 2014).

Se recomienda que los productos terminados no tengan más de 0.5% de fosfatos residuales. Es importante saber que con la incorporación del fosfato tiene lugar a una ostensible mejora de la fijación de agua y de la capacidad emulsionante de las proteínas miofibrilares. Consistencia, corte y calidad general del embutido escaldado resultan notablemente mejoradas (Werner, 1995; mencionado por (Sullo Ignacio, 2017).

e. Ácido cítrico

El ácido cítrico, es un ácido orgánico que puede ser considerado natural que se encuentra en casi todos los tejidos animales y vegetales, se presenta en forma de ácido de frutas en el limón, mandarina, lima, toronja, naranja, piña, ciruela, guisantes, melocotón, así como en los huesos, músculos y sangre de animales. Es considerado un ácido carboxílico versátil y ampliamente utilizado en el campo de la alimentación, de los productos farmacéuticos y cosméticos, entre otros (Thangavelu y col. 2011); mencionado por (Muñoz Villa, Sáenz Galindo, López López, Cantú Sifuentes, & Barajas Bermúdez, 2014).

La incorporación de ácidos en alimentos cumple diversas funciones dependiendo de la aplicación particular. Tales aplicaciones se inscriben en la explotación de una o varias de las siguientes propiedades de los ácidos orgánicos, o sus sales: Poder acidulante, capacidad amortiguadora o reguladora del pH, agente quelante de iones metálicos, emulsificante, efectos organolépticos, entre otras (Muñoz Villa, Sáenz Galindo, López López, Cantú Sifuentes, & Barajas Bermúdez, 2014).

Según (Papagianni y col 2007); mencionados por (Muñoz Villa, Sáenz Galindo, López López, Cantú Sifuentes, & Barajas Bermúdez, 2014), el principal uso es la acidificación y control de pH en el producto final. Un pH bajo, retarda el crecimiento de microorganismos indeseables (principalmente bacterias) y aumenta la efectividad de conservadores como benzoatos y sorbatos, Asimismo, reduce la necesidad de tratamiento térmicos drásticos

durante la esterilización de frutas y verduras enlatadas, o promueve la inactivación de enzimas indeseables como polifenoloxidasas.

Jung et al. (2003), mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), demostraron que la acidificación del agua de lavado con ácido cítrico previo a la fritura reduce la formación de acrilamida en un 73% en patatas para freír después de una fritura durante 6 minutos a 190°C, a presión atmosférica. No obstante, hay que tener en cuenta que el factor limitante de esta estrategia de control es la concentración de ácido compatible con las características organolépticas del producto, cuyo límite máximo ha sido establecido en una concentración del 1% de ácido cítrico.

f. Cloruro de sodio

También conocido como cloruro sódico o sal de mesa, se trata de una sustancia cristalina y de color blanco que se utiliza para condimentar la comida. La fórmula de este compuesto químico es NaCl. Está formado por un anión cloruro y un catión sodio y se lo califica como un compuesto iónico ya que se compone de dos sustancias que tienen una diferencia importante en cuanto a sus electronegatividades (Pérez Porto & Merino, 2016)

La sal común o cloruro sódico se viene usando desde tiempos remotos en el procesado de carne, gracias a su capacidad de reducir la actividad de agua, facilitando así su conservación, además de contribuir a la sapidéz (Freixanet, 2019).

Tecnológicamente la sal juega un papel importante en la solubilización de las proteínas cárnicas y en la expansión de sus estructuras cuaternarias, ya que supone el principal aporte a la fuerza iónica del producto, debilitando las uniones electrostáticas existentes entre los grupos -COO- y -NH_4^+ , contribuyendo, por tanto, a la retención de agua y a la ligazón entre los músculos en el producto terminado (Freixanet, 2019).

g. Pimienta blanca

El sabor picante de la pimienta aparentemente se debe a que contiene del 5 al 9% del alcaloide no volátil piperina ($\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{O}_3\text{N}$) y trazas de la resina

chavicina, que es un isómero de la piperina. Su aroma se deriva del aceite esencial volátil que consiste principalmente en hidrocarburos mono y sesquiterpénicos (Kirk, Sawyer, & Egan, 2000).

La pimienta blanca tiene un sabor más suave y más delicado que el de la pimienta negra. Este tipo de pimienta es útil cuando quieres agregar un ligero sabor picante a las salsas y a las sopas sin teñir el plato de color negro. La pimienta blanca es más cara que la pimienta negra, ya que contiene más piperina, un aceite volátil que le da su característico sabor de pimienta (Los alimentos, 2016; mencionado por (Sullo Ignacio, 2017)).

h. Ajo en polvo

Su nombre científico es *Allium sativum*, es una especie clasificada dentro de las amarilidáceas, su uso es principalmente como condimento, goza de un sabor intenso y fuerte, debido a su componente la alicina, que proporciona sabor y olor (Monzón, 2014).

Posee un sabor acre y fuerte olor, destacando por tener efecto bactericida (Sánchez Pineda de las Infantas, 2003).

Es un polvo fino, crema, olor y sabor característico. Se utiliza en la elaboración de diferentes productos alimenticios donde se quieren resaltar notas características a ajo. Este producto se dosifica al gusto y necesidad del consumidor (Alitecno, 2014; mencionado por (Sullo Ignacio, 2017)).

El ajo deshidratado se trata de un producto concentrado, que debe usarse con mucha discreción, teniendo en cuenta que al aplicarlo debe disminuirse la cantidad de sal en la receta en la cual se usa. Muy apropiado para sopas, salsas de carnes y pescado. Tiene un alto rendimiento (Monzón, 2014).

i. Aceite de maíz

El aceite de maíz es un subproducto de la molienda húmeda del maíz, el grano de maíz tiene 3 a 5% de aceite, del cual 25 – 30% está en el germen, conteniendo un 24% de ácido oleico y un 62% de AL (Torres et al., mencionado por (Durán Agüero, Torres García, & Sanhuesa Catalán, 2015)).

Recientemente el consumo de aceite de maíz se ha incrementado, aunque este aceite junto al de girasol pueden reducir la síntesis de colesterol, se consideran muy sensibles a la oxidación frente a la formación de radicales libres debido a su alto contenido de AGPI (Haggang et al., mencionado por (Durán Agüero, Torres García, & Sanhueza Catalán, 2015).

De acuerdo a (Valdiviezo Rodríguez, 2014), el aceite de maíz es muy utilizado en los restaurantes para sustituir al aceite de oliva (más caro). El aceite de maíz refinado, el más habitual de encontrar, tiene un color pálido, es poco aromático y su acidez es baja, se puede usar para potenciar otros sabores, freír, rehogar, etc., soporta bien las altas temperaturas,

Según (Delgado Sánchez, 2019); el aceite de maíz tiene como composición nutricional de AG's está dado por un 54% de AGP, 27,57% de AGM y 12,9 de AGS.

Según (EcuRed, 2019), el aceite de maíz tiene un color pálido, es poco aromático y su acidez es baja, es especialmente útil para comer crudo o cocinado. Para aprovechar al cien por ciento sus propiedades nutricionales debe ser un aceite obtenido por presión en frío del germen de maíz fresco. El aceite de maíz refinado tiene mucho éxito ya que tiene una gran resistencia al enranciamiento y potencia el sabor de los alimentos. Su riqueza en Vitamina E (tocoferoles) lo hacen por un lado muy estable y por otro lado contribuyen a que sea ideal prevenir enfermedades circulatorias, vasculares o enfermedades neurológicas y esterilidad. No contiene cantidades significativas de proteínas, carbohidratos ni fibra alimentaria. El aceite de maíz posee 23% de ácidos grasos monoinsaturados; 60% de ácidos poliinsaturados y 12% de ácidos saturados; es rico también en ácidos grasos linoleicos y oleicos; tiene cantidades significativas de vitamina E, Vitamina A, Vitamina D, hierro y calcio.

(Valdiviezo Rodríguez, 2014), indica que la proporción de ácidos grasos del aceite de maíz en 100 g es: Ácido graso saturado (ácido mirístico:0,030g, ácido palmítico: 9,3g, ácido esteárico: 1,8g); Ácido graso monoinsaturado (ácido

oleico: 32,1g, ácido palmitoleico 0,286g); Ácido graso polinsaturado (ácido linoleico: 52,53g, ácido linolénico: 1,44g).

j. Aceite de Oliva

El aceite de oliva, el cual es obtenido a partir del fruto del Olivo (*Olea europea*) mediante procedimientos mecánicos o físicos como el lavado, decantación, centrifugación y filtrado (Sierra, 2013). Este tipo de aceite contiene entre un 72-79% de w-9 y un 8% de w-6, además contiene antioxidantes como la vitamina E, carotenos y compuestos fenólicos (hidoxitirosoles y oleuropeína), caracterizándolo, así como un potente antioxidante frente a otros (Agüero et al., 2015; mencionado por (Delgado Sánchez, 2019).

El aceite de oliva es ideal para freír a temperatura moderada alimentos y es ideal como antiadherente, representando una opción saludable y baja en colesterol. Su sabor característico es un complemento que hace de este producto un producto Premium, es altamente recomendable, por ser un aceite de excelente sabor y alto valor nutricional, que cuida la salud al ser bajo en ácidos grasos saturados (Castañeda Rieckhof & Fiocco Bertello, 2017).

Según, Marchettini et al., 2013; mencionado por (Cámara Hurtado, y otros, 2017). el tipo de aceite, oliva o girasol, utilizado en el proceso de fritura, no parece estar relacionado con el contenido de acrilamida de patatas “chips”, las diferencias observadas entre diferentes tipos de aceites pueden estar relacionados con su contenido en ácidos grasos poliinsaturados, los cuales estarían implicados en la formación de acrilamida por otras vías alternativas de la reacción de Maillard.

Según la consejería de sanidad y consumo de Madrid, mencionado por (Castañeda Rieckhof & Fiocco Bertello, 2017); la composición de ácidos grasos en el aceite de oliva es la siguiente: Monoinsaturados (Ácido Oleico: 55-83%), Saturados (Ácido Palmítico: 11-20%, Ácido Esteárico: 1-3%), Polinsaturados (Ácido Linoleico: 4,5-22%, Ácido linolénico: <1,5%).

En el cuadro 16, se puede apreciar el contenido de grasas del aceite de oliva según Self nutrition data, mencionado por (Castañeda Rieckhof & Fiocco Bertello, 2017)

Cuadro 16. Contenido de grasas del aceite de oliva

Grasas y ácidos grasos	Gramos	%
Grasa total	216,0 g	
Grasas saturadas	29,8 g	13,80%
Grasas monoinsaturadas	158,0 g	73,15%
Grasas poliinsaturadas	22,7 g	10,51%

Fuente: Self nutrition data (2014); mencionado por (Castañeda Rieckhof & Fiocco Bertello, 2017).

k. Aceite de girasol

El aceite de girasol es considerado de alta calidad por presentar un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados y un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados. Además, contiene ácidos grasos esenciales y una considerable cantidad de tocoferoles que le confiere estabilidad. La composición ácida del girasol depende del genotipo (cultivar) y del ambiente (Diaz Zorita, Duarte, & Diaz Zorita, 2003).

El aceite girasol es un aceite de origen vegetal que se extrae del prensado de las semillas. Está constituido por grasa en un 99%. En su composición sobresalen con diferencia notable los ácidos grasos poliinsaturados (61,40 g/100). Estos ácidos se consideran esenciales y deben proporcionarse diariamente a través de los alimentos, ya que no pueden ser sintetizados por nuestro organismo. El aceite de girasol también aporta grasa monoinsaturada en forma de ácido oleico (22,50g/100 g), pero en menor cantidad que la que se encuentra en el aceite de oliva (73,30 g/100g) (Choez Cruz & Martínez Rivera, 2015).

El aceite de girasol se encuentra compuesto principalmente por ácido palmítico (C16:0), esteárico (C18:0); oleico (C18:1) y linoleico (C18:2), siendo estos dos

últimos los más representativos (900 g/kg de aceite) y encontrándose en cantidades porcentuales de 15-30% (oleico) y de 55-75% (linoleico) (Miller y Fick, 1997; Rosbaco, 2005; mencionado por (Chalapud Narváez, 2017).

Según Allen et al., 1982, Veldstra y Klere, 1993), mencionados por (Lamas, 2014), el aceite de girasol, este compuesto principalmente por triglicéridos, acompañados de mínimas cantidades de fosfolípidos, tocoferoles, ácidos grasos, esteroides, ceras, hidrocarburos y pigmentos. La presencia de algunos de ellos es beneficiosa, como es el caso de los tocoferoles que contribuyen a la estabilidad oxidativa del aceite, mientras que la de otros es no deseada, como por ejemplo el caso de los fosfolípidos que causan inconvenientes en la estabilidad física del producto final.

El uso del aceite de girasol nos permite añadir un valor agregado por la acción de los antioxidantes y ayuda a equilibrar la cantidad de sodio en el total del alimento (Choez Cruz & Martínez Rivera, 2015).

2.6. CONSUMO DE PRODUCTOS FRITOS

A nivel mundial, la fritura es uno de los métodos de cocción que tiene mayor aceptabilidad, lo que se ve reflejado en la amplia oferta que existe en el mercado de productos fritos y pre-fritos. Su aceptación no solo está dada por el sabor y la textura característica de estos alimentos, sino además por la rapidez de su preparación; aspectos considerados como ventajas al utilizar esta técnica culinaria (Montes O, y otros, 2016).

Muchas personas con el afán de satisfacer un antojo consumen diariamente frituras en diversas formas, sin saber que están ingiriendo una sustancia cancerígena llamada acrilamida que se presenta en la cocción de alimentos ricos en almidón (carbohidratos) a altas temperaturas, manifestó la nutricionista Slovenia Ulloa Acuña de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón (UNIFE) (La República, 2013).

La Organización para la Agricultura y los Alimentos (FAO) y la organización Mundial de la salud (OMS) indican que el alto consumo de alimentos frito es un factor de riesgo para la salud, principalmente por su alta densidad energética que se presenta a expensas de la grasa y por la formación de compuestos tóxicos destacándose las acrilamidas que

se han relacionado con el desarrollo de algunos tipos de cáncer FAO/OMS (2002); mencionado por (Montes O, y otros, 2016).

“La acrilamida está relacionada con la producción de cáncer, daños a nivel neuronal e inclusive con infertilidad masculina. Para que se dé la reacción de este componente hay que calentar el alimento a más de 180°C estas temperaturas se pueden alcanzar en frituras, horneados y parrilladas. Se han encontrado en ciertos alimentos después de haber sido cocidos y procesados a temperaturas muy altas y los niveles de acrilamida aumentan según el tiempo de calentamiento” (La República, 2013).

El consumo excesivo de alimentos fuentes de grasa, acompañadas por estilos de vida sedentarios, afecta el peso corporal y la salud. La ingesta de grasa total se relaciona con el índice de masa corporal (IMC) y el perfil lipídico, por tanto, la reducción de su consumo disminuye el peso, el IMC, el colesterol total (CT) y el colesterol (LDL). Considerando los efectos que tiene sobre la salud el consumo elevado de grasas trans y grasas saturadas, de manera especial lo relacionado con enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y ganancia de peso, es necesario que desde las políticas públicas se siga trabajando en la modificación del consumo de este tipo de grasas a través de medidas regulatorias que generen entornos positivos para la población y a través de estrategias de educación, información y comunicación, esto con el fin de beneficiar la salud de los individuos. Aunque en algunos países existe regulación en cuanto al contenido de grasas saturadas y grasas trans, es necesario enfatizar la importancia que tiene el componente educativo unido a las normas, esto con el fin de lograr los objetivos propuestos en su establecimiento y mejorar la salud y calidad de vida de la población (Cabezas Zábala, Hernández Torres, & Vargas Zárate, 2016).

Según la especialista Ulloa Acuña, las frituras que venden en los conocidos fast food o comidas rápidas son cancerígenas, por alta presencia de la acrilamida y la grasa trans que se forma por la acción de aceites reutilizados y expuestos a altas temperaturas, estas no solo bloquean las arterias y aumentan el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares; también elevan el riesgo de desarrollar cáncer (La República, 2013).

2.7. EVALUACIÓN SENSORIAL

Es una disciplina científica utilizada para despertar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características propias del alimento, que son percibidas por los cinco sentidos (Lawless y Heymann, 2010); mencionado por (Córdova Ramos, 2016).

Esta disciplina comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento (Bayarri, Martí, Carbonell & Costell, 2012); mencionado por (Córdova Ramos, 2016).

Según (Lisinka y Leszczynski, 1989); mencionados por (Pajar Muñoz, 2008), la calidad se puede medir con varios parámetros objetivos. Dentro de los primeros y más importantes tienen que ver con la presentación, dentro de los parámetros subjetivos está el sabor, textura y color, que depende de la persona y esta difiere en su apreciación una de otra.

La evaluación sensorial es un aspecto de calidad de alimentos ligada a las sensaciones que el hombre experimenta al ingerirlo, y de ella depende la aceptación de estos por parte del consumidor (Álvarez, 1997) mencionado por (Pajar Muñoz, 2008).

La apariencia general del producto considera todo lo que visualmente se percibe del alimento, como es el tamaño, el color, la uniformidad y la presencia de defectos. Su importancia radica en que es la primera impresión que el consumidor tiene del producto. Por ser previa a los demás parámetros de calidad, hace que se rechacen o acepten los alimentos solo por un aspecto (Calvo, 1992) mencionado por (Pajar Muñoz, 2008).

a. Color

La primera impresión que se tiene acerca de un alimento es normalmente de origen visual y en gran parte, la voluntad de aceptar o rechazar un alimento depende de su color. La evaluación sensorial del color tiene la importancia decisiva de que es previa a la de otros parámetros sensoriales y por lo tanto puede ser excluyente (Moreno, 2004) mencionado por (Pajar Muñoz, 2008)

La prueba organoléptica del color es muy importante y es considerada por los industriales elaboradores de hojuelas fritas, como un factor preponderante en la calificación final comercial. El color de las hojuelas fritas es el resultado de la caramelización de azúcares por la reacción de Maillard, y supuestamente habría una pérdida nutricional, ya que la reacción de Maillard involucra aminoácidos (Lisinka y Leszczynski, 1989); mencionados por (Pajar Muñoz, 2008).

b. Textura

Las proteínas y la proporción de proteína / almidón influyen en la consistencia además de la condición acuosa. La textura en la papa está relacionada con el contenido de materia seca, las hojuelas fritas obtenidas de tubérculos con materia seca alta, más de 25% puede resultar con texturas duras, mientras que las obtenidas de tubérculos de baja materia seca son grasosas y pegajosas (Lisinka y Leszczynski, 1989); mencionados por (Pajar Muñoz, 2008).

c. Sabor

Está regulada por muchos componentes como el almidón y los azúcares reductores, estos son los más influyentes en el sabor de las hojuelas (Lisinka y Leszczynski, 1989); mencionados por (Pajar Muñoz, 2008).

d. Aroma

El atributo aroma en los productos de fritura se encuentra relacionado con el índice de peróxido, ya que en la oxidación de lípidos se da la formación de compuestos volátiles de olor desagradable. Las primeras etapas de oxidación de las grasas se caracterizan por la gran producción de peróxido no habiendo señales sensoriales de deterioro; los cuales posteriormente alcanzan una concentración máxima que después disminuyen debido a su descomposición generando compuestos altamente volátiles característicos de la rancidez oxidativa (Ramos y Tarazona, 2001); mencionados por (Pajar Muñoz, 2008).

e. Crocantez

La crocantez en las hojuelas es uno de los parámetros de mayor importancia en la posible aceptación del producto por parte del consumidor. Sensorialmente, su percepción depende principalmente de la deformación del alimento al aplicarle presión

y/o determinadas propiedades estructurales estimadas por el tacto o por la vista, en algunos casos. Sin embargo, la mejor valoración de la crocantez será por medio de las sensaciones experimentales en la boca (Álvarez, 1997); mencionado por (Pajar Muñoz, 2008)

2.8. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado (hedónicas) (Clark, Costello, Drake & Bodyfelt, 2009); mencionados por (Córdova Ramos, 2016). Son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales, se utilizan para establecer el grado de aceptación de un alimento por parte de los compradores y según su tipo permiten medir cuanto agrada o desagradan, determina el uso real del alimento ya sea como compra y consumo (Kaaki et al., 2012); mencionados por (Córdova Ramos, 2016).

Para determinar la aceptación de un producto se pueden usar la escala hedónica. El término hedónico proviene del griego hedoné, que significa placer, y hace referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. El objetivo de la prueba hedónica es obtener una respuesta personal, ya sea de aceptación, gusto o de preferencia, de un consumidor potencial o real, sobre un alimento, una idea nueva o proyecto alimentario o simplemente una característica específica del mismo (Lawless & Heymann, 2010); mencionado por (Córdova Ramos, 2016).

2.9. NORMAS TÉCNICAS DE SNACKS

Se han realizado según lo estipulado por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), los insumos a utilizar para el proceso productivo de nuestro producto, así como el producto final, deben cumplir con ciertos requisitos y/o características regidas por las Normas Técnicas las cuales serán mencionadas en:

Norma Técnica Peruana: NTP 209.226:1984, Bocadoitos (Ver Anexo 1)

Reglamento Técnico Ecuatoriano: RTE INEN 060:2012 Bocadoitos (Ver Anexo 2)

2.10. VIDA ÚTIL

La vida útil de un producto depende de factores ambientales, de la humedad, de la temperatura de exposición, del proceso térmico al que se somete y de la calidad de las materias primas, entre otros. El efecto de estos factores se manifiesta como el cambio en las cualidades del alimento que evitan su venta: cambios de sabor, color, textura o pérdida de nutrientes (Potter, 1978), (Kuntz, 1991); mencionados por (García Baldizón & Molina Córdoba, 2008), se refiere a que el final de la vida útil de un producto se alcanza cuando ya no mantiene las cualidades requeridas para que el consumidor final lo utilice (García Baldizón & Molina Córdoba, 2008).

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Hough, 2005); citado por (Sullo Ignacio, 2017).

La vida útil se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar predicciones de vida útil 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); citado por (Sullo Ignacio, 2017).

El largo de vida útil representa el periodo en el cual la carne mantendrá toda sus características organolépticas, calidad nutritiva e inocuidad para el consumo humano. Según la “Campden & Chorleywood Food Research Association”, una comprensión del largo de vida útil de un producto es esencial para garantizar la seguridad y calidad del producto en el momento de consumo. Es importante considerar aspectos como el almacenamiento, distribución y comercialización, existen factores a considerar para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos. El primero es el control de temperatura durante su producción y almacenamiento, el mantener el alimento bajo condiciones de refrigeración se garantiza la seguridad y calidad de los mismos porque

se reduce el riesgo del posible crecimiento de microorganismos debido a abusos de temperatura. Otro factor para considerar es la contaminación inicial de la carne fresca con bacterias provenientes de la piel, el equipo y los trabajadores entre otras fuentes (Doyle, 1998); citado por (Dávalos Cuno, 2016).

El tiempo de vida útil se puede estimar mediante varios métodos: pueden tomarse valores reportados en la literatura especializadas de alimentos similares y bajo condiciones similares al producto de nuestro interés; se pueden monitorear las quejas de los consumidores para orientar los posible valores de vida útil; se pueden evaluar atributos de calidad del alimento que varían durante la vida útil en anaquel o mediante pruebas aceleradas (CITA, 2005); mencionado por (García Baldizón & Molina Córdoba, 2008)

2.10.1. Índice de peróxido

Los controles de índice de peróxido permitieron una predicción del tiempo de vida de las hojuelas fritas. De acuerdo a las normas técnicas peruanas de un valor de peróxido de 5 meq/kg., es considerado como valor máximo permisible en bocaditos (INDECOPI, 2011)

Durante el almacenamiento, se produce una pérdida de calidad por la alteración de la materia grasa incorporada al producto durante el proceso de fritura. Estos cambios generan una gran variedad de compuestos, tanto volátiles, que producen olores y sabores desagradables como estables, dando como resultado una disminución de su aceptabilidad por parte del consumidor (Lambuza y Bergouist, 1983); mencionado por (Pajar Muñoz, 2008).

Las curvas muestran un aumento y posteriormente una disminución, que en el caso del índice de peróxido indica una formación de peróxidos como consecuencia del proceso de oxidación y posteriormente una disminución de estos como consecuencia de la transformación de lo peróxidos en otros derivados químicos (carbonilos alifáticos) (Benzie, 1996); mencionado por (Pajar Muñoz, 2008).

Cuando los aceites y grasas son calentados a altas temperaturas, como en el proceso de fritura, ocurren tres reacciones químicas simultáneamente:

hidrolisis, polimerización y oxidación, las cuales son responsables de la rancidez (Benzie, 1996); mencionado por (Pajar Muñoz, 2008).

Se ha intentado correlacionar el índice de peróxido con el desarrollo de aromas y sabores rancios; pero los resultados no son consistentes ya que muy pocas veces coincide la aparición de la rancidez organoléptica con un índice de peróxidos concreto, aun tratándose del mismo tipo de alimento; como las papas críps. Esto demuestra la dificultad de fijar un límite químico acorde con un valor organoléptico (Cheftel, 1992); mencionado por (Pajar Muñoz, 2008).

2.10.2. Pruebas aceleradas

Para los estudios acelerados se deben planear cuidadosamente el diseño experimental que contemple las variables por evaluar y controlar las variables que no se desean evaluar para evitar que interfieran en las mediciones, y por ende, en los resultados (Labuza, 1982).

La industria alimentaria tiene la gran necesidad de obtener, en un tiempo relativamente corto, la información necesaria que permita determinar la vida en anaquel de sus productos. Esto causa un impacto muy importante en el manejo de los productos en el almacenamiento, su distribución y el fechado de su vida en anaquel. Mas aun, esto provee de una herramienta esencial para probar las posibilidades de extender la vida útil a través de una apropiada formulación del producto y técnicas de procesamiento. Por estas razones prácticas, especialmente cuando el tiempo real de almacenamiento es prolongado, la industria recurre a pruebas aceleradas que acortan considerablemente el proceso de obtención de los datos experimentales necesarios. Estos procedimientos solo pueden ser usados si hay una relación conocida y valida entre las características de almacenamiento bajo cierta condición del ambiente de almacenamiento y las características de almacenamiento bajo condiciones aceleradas (Labuza, 1982).

La premisa básica de una prueba acelerada es que, cambiando la condición de almacenamiento, se aceleran los procesos químicos o físico que conducen al deterioro, y que puede definir una relación predictiva de vida en anaquel relacionada a las condiciones ambientales.

Según (Rodríguez, 2004); mencionado por (García Baldizón & Molina Córdoba, 2008), los estudios de vida útil acelerados, consisten en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas deben ser mayores a las del almacenamiento y a las de comercialización para permitir que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtengan valores en periodos más cortos.

El método de pruebas aceleradas para el almacenaje de productos sensibles a la humedad, deshidratados y empacados en empaques permeables al vapor de agua, fue mejorado y extendido para incluir el almacenaje a diferentes temperaturas. El método extendido puede ser aplicado a los productos deshidratados cuando el contenido de humedad cambia durante el almacenamiento y cuando el porcentaje de deterioro solo es dependiente de la humedad y de la temperatura. Se sabe que el porcentaje de deterioro depende de la humedad no requerida, pero esto es asumido cuando este nivel de humedad y de la temperatura. Se sabe que el porcentaje de deterioro depende de la humedad no requerida, pero esto es asumido cuando este nivel de humedad depende de la ecuación de Arrhenius. El método está basado en acelerar el proceso de deterioro sometiendo al producto a elevada humedad y elevadas temperaturas (Mizrahi y Karel, 1977^a); mencionados por (Vito Villa, 2019).

2.11. TASA METABÓLICA BASAL

La tasa metabólica basal (TMB) de cada individuo se define en general como la cantidad de energía (expresada en kilocalorías o megajulios) (MJ) por día que se gasta cuando la persona se encuentra en reposo físico completo (es decir, acostada) y psicológico. Además, se puede expresar como kilocalorías por hora o por kilogramo de peso. La TMB suministra la energía que requiere el cuerpo para mantener la temperatura corporal, el trabajo de los órganos como el corazón que se contrae y el movimiento normal de los músculos para la respiración durante el reposo; y el funcionamiento de otros órganos como el hígado, los riñones y el cerebro (FAO, "Nutrición humana en el mundo en desarrollo", 1992).

La tasa metabólica basal se mide con el cuerpo en descanso físico y mental completo, relajado, pero no dormido, muchas horas después de cualquier ejercicio importante, por la mañana (después de 8 horas de sueño), tras ayuno de 10 a 12 horas y a una temperatura ambiente confortable (20°C).

El gasto metabólico basal o tasa metabólica basal incluye la energía necesaria para mantener las funciones vitales del organismo en condiciones de reposo (circulación sanguínea, respiración, digestión, etc.).

La tasa metabólica en reposo representa la energía gastada por una persona en condiciones de reposo y a una temperatura ambiente moderada. La tasa metabólica basal sería el gasto metabólico en unas condiciones de reposo y ambientales muy concretas (condiciones basales: medida por la mañana y al menos 12 horas después de haber comido). En la práctica, la tasa metabólica basal y el gasto metabólico en reposo difieren menos de un 10% por lo que ambos términos pueden ser intercambiables (Carbajal Azcona, 2018).

Todas las personas no tienen el mismo gasto metabólico basal, pues depende de la cantidad de tejidos corporales metabólicamente activos. Recordemos que la masa muscular es metabólicamente más activa que el tejido adiposo. Está condicionado por la composición corporal, por la edad y el sexo. La mujer, con menor proporción de masa muscular y mayor de grasa, tiene un gasto basal menor que el hombre (aproximadamente un 10% menos) expresado por unidad de peso. En un hombre adulto de unos 70 kg de peso equivale a 1.1 kcal/minuto y 0.9 en una mujer de 55 kg. Esto representa, en personas sedentarias, un 70% de las necesidades totales de energía (Carbajal Azcona, 2018).

2.11.1. Factores que influyen en el metabolismo basal

La TMB varía de un individuo a otro. Los factores generales más importantes que influyen en la TMB son el peso, el sexo, la edad y el estado de salud de cada persona. La TMB también depende de la composición corporal, por ejemplo, la cantidad de músculo y tejido adiposo, y por lo tanto de la cantidad de proteína y grasa en el cuerpo. En términos generales, las personas de mayor tamaño con más cantidad de músculo y órganos más grandes, tendrán una TMB mayor que las de menor tamaño. Las personas de edad tienden a tener una TMB

más baja que cuando eran jóvenes, y las mujeres una TMB menor que los varones, incluso sobre la base de kilogramo de peso corporal. Sin embargo, existen excepciones a estas generalidades (Carbajal Azcona, 2018).

Según (Quirantes, 2019), El metabolismo basal depende principalmente de varios factores:

a. Edad:

Cuanto más mayor es la persona, menor es su metabolismo. Hasta la edad adulta la tasa de metabolismo sube, después se estabiliza unos años y, a partir de los 40 años, comienza a disminuir.

b. Tamaño corporal

El metabolismo basal está directamente relacionado con la cantidad de tejido muscular que posea el organismo. Cuanto mayor es el cuerpo, mayor gasto de energía tiene y, por tanto, más se incrementa el metabolismo basal.

c. Sexo

La mayor masa muscular de los hombres provoca que su metabolismo basal sea más alto que el de las mujeres.

d. Hábitos alimenticios

Al someterse a una dieta pobre en calorías o un ayuno prolongado, el cuerpo disminuye la energía consumida en reposo para que duren más tiempo las reservas energéticas. Realizar cinco o más comidas al día hace que el metabolismo este activo e incrementa el gasto calórico, favoreciendo el control de peso por la mayor pérdida de grasa.

e. Temperatura corporal y externa

Conforme aumenta la temperatura corporal, aumenta también el metabolismo basal, porque la temperatura acelera las reacciones químicas. Respecto a la temperatura ambiental, el frío aumenta el consumo calórico para mantener la temperatura corporal.

f. Ejercicio

Hacer ejercicio no solo sirve para quemar calorías, sino que también eleva el metabolismo basal.

Otros factores como la genética, una enfermedad o el estrés son capaces de influir también en el metabolismo basal. Incluso hay algunos alimentos que pueden acelerar el metabolismo.

2.11.2. Cálculo del metabolismo basal

La primera fórmula para el cálculo de la tasa de metabolismo basal fue propuesta por James Arthur Harris y Francis Gano Benedict en 1919. Según estas fórmulas el metabolismo basal es ligeramente distinto entre hombre y mujeres y se puede estimar a partir del peso, la altura y la edad: Esta primera versión de las fórmulas del metabolismo basal fue derivada a partir de datos obtenidos por calorimetría en 239 individuos.

La publicación original data de 1919, los estudios realizados por estos autores se basaron en mediciones de GMB de 136 hombres y 103 mujeres en el laboratorio de Nutrición de Carnegie en Boston; se usaron métodos estadísticos rigurosos que dieron como resultado las siguientes ecuaciones (Harris JA, Benedict FG, 1919; mencionados por (Vargas Z., Lancheros P., & Barrera P., 2011).

Esta fórmula toma en consideración distintas características de una persona: nivel de actividad física realizada, si es hombre o mujer, tanto la altura como el peso, así como la edad.

$$\text{TMB}_{\text{Hombre}} = 66,4730 + (13,7516 \times \text{Peso} + (5,0033 \times T - 6,7759 \times E))$$

$$\text{TMB}_{\text{Mujer}} = 665,0955 + 9,5634 \times P + 1,8496 \times T - 4,6756 \times E$$

P=Peso en kg

T = Talla en cm

E = Edad en años

La precisión de la fórmula de Harris- Benedict, mejoró después de la revisión propuesta por A.M. Roza y H.M. Shizgal en 1984 (Roza y Shizgal, 1984); las siguientes expresiones muestran las fórmulas de Harris-Benedict revisadas tanto para hombre como para mujer, calculadas en kilocalorías por día.

$$\text{TMB}_{\text{Hombre}} = 88,362 + (13,397 \times \text{Peso (kg)}) + (4,799 \times \text{altura (cm)}) - (5,677 \times \text{edad (años)}).$$

$$\text{TMB}_{\text{Mujer}} = 447,593 + (9,247 \times \text{Peso (kg)}) + (3,098 \times \text{altura (cm)}) - (4,330 \times \text{edad (años)}).$$

Esta versión de las fórmulas de Harris- Benedict fue utilizada de forma extendida hasta aproximadamente el año 1990, cuando una nueva versión de las fórmulas fue publicada por M.D. Mifflin y S.T. St Jeor (1990). Esta nueva versión se considera más adecuada para el estilo de vida de la población actual y, en consecuencia, ha ido sustituyendo las anteriores fórmulas de Harris-Benedict. Las fórmulas de Mifflin -St Jeor (1990), son las siguientes:

$$\text{TMB}_{\text{Hombre}} = (10 \times \text{Peso (kg)}) + (6,25 \times \text{altura (cm)}) - (5 \times \text{edad (años)}) + 5.$$

$$\text{TMB}_{\text{Mujer}} = (10 \times \text{Peso (kg)}) + (6,25 \times \text{altura (cm)}) - (5 \times \text{edad (años)}) - 161$$

Para obtener el gasto de calorías totales (según cada individuo) serán multiplicadas por el Factor de Actividad (Puente, 2017).

El metabolismo basal representa en un adulto entre el 45% y el 70% del gasto energético total diario. En función del nivel de actividad física de cada persona puede multiplicarse la tasa de metabolismo basal (TMB) por un factor adicional para obtener el gasto energético total de cada persona.

A continuación, en el Cuadro 17, se tiene los factores de Actividad los cuales varían en función al ejercicio físico realizado:

Cuadro 17. Nivel de actividad (TMB)

Nivel de actividad	Consumo de Calorías Diarias	Actividad
Sedentario	$CCD = TMB \times 1,2$	(Trabajo de escritorio – sin ejercicio)
Ligero	$CCD = TMB \times 1,375$	(Ejercicio 1 – 3 días por semana)
Moderado	$CCD = TMB \times 1,55$	(Ejercicio 3 – 5 días por semana)
Intenso	$CCD = TMB \times 1,725$	(Ejercicio 6 – 7 días por semana)
Actividad muy intensa	$CCD = TMB \times 1,9$	(Ejercicio 2 veces al día, ejercicios de mucha fuerza y agotamiento, deportistas profesionales)

Fuente: Datos de FAO/OMS (1985); mencionado en (McDonald, 2019).

CAPITULO III

MATERIAL Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Tecnología y Productos Curados de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

3.2. MATERIA PRIMA, INSUMOS Y EQUIPOS

3.2.1. Materia prima

Calamar gigante (*Dosidicus gigas*)

3.2.2. Insumos

- Cloruro de Sodio
- Pimienta Blanca
- Polifosfato
- Bicarbonato de sodio
- Almidón
- Harina de arroz integral
- Jengibre
- Hielo
- Azúcar
- Ajos

3.2.3. Equipos de trabajo

- Mesa de fileteo de acero inoxidable con cinco puestos de trabajo.
- Embutidora Manual marca Fabri Servi SRL
- Marmita
- Cocina

- Balanza de precisión de 0.01g
- Cuchillos
- Cutter Fabri Servi SRL SAE 1010
- Bandejas de plástico
- Bolsas de tocuyo
- Termómetros
- Potenciómetro

3.3. PROCESAMIENTO

La metodología por seguir es según Guzmán y Fernández (2017); con algunas modificaciones requeridas de acuerdo con el planteamiento del diseño experimental. Previamente se puede apreciar el flujograma a seguir donde se aprecia las variables del presente trabajo de investigación (Ver Figura 8).

3.3.1. Recepción de Materia Prima

La Pota fresca (manto previamente eviscerado) se obtuvo del terminal Pesquero “El Palomar”, la cual se mantuvo a una temperatura menor a 10°C. Para la prueba de vida útil se adquirió en el Puerto de Matarani en cajas con hielo en escamas para mantener la temperatura baja del recurso. Se evaluó teniendo como referencia la tabla de Características Organolépticas y grado de frescura elaborado por (Alí Zegarra, 2004) (Ver Anexo C).



Figura 7. Materia prima calamar gigante

Fuente: Elaboración propia

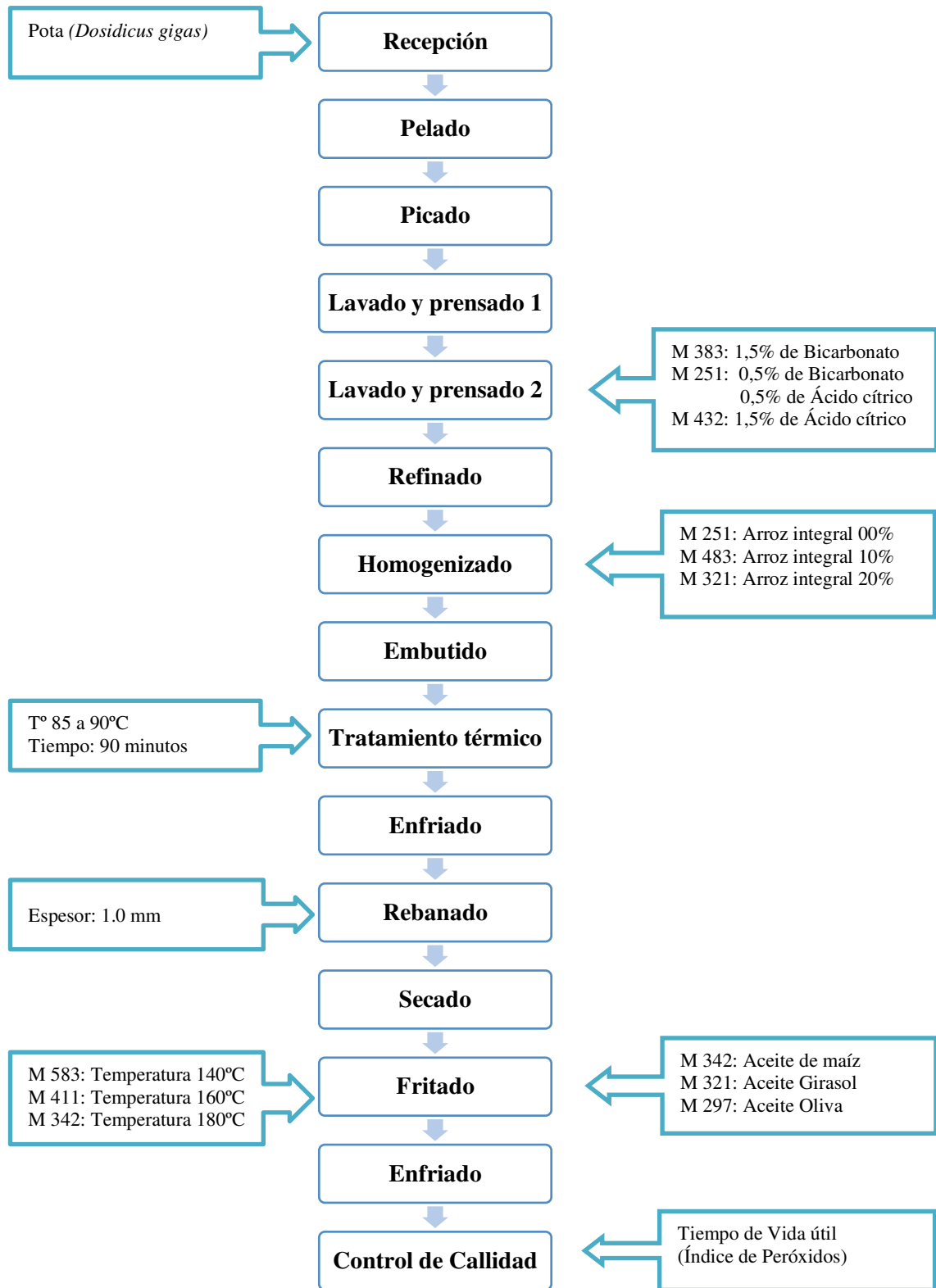


Figura 8. Flujograma para la elaboración de hojuelas de papa con harina de arroz integral

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Lavado

Se lavó con abundante agua potable previamente clorada con 0.5 ppm, con el fin de eliminar la mucosidad, la plumilla, membrana, telilla y algunas partículas extrañas ajenas a la misma; durante el trascurso de estas operaciones las piezas se lavaron continuamente.

3.3.3. Pelado

En las mesas de fileteo se procedió a retirar las impurezas del manto de la pota para luego ser lavado con agua clorada asimismo se pelo el tubo, con la finalidad de desprender todo aquel tipo de telillas, cartílago que se podía encontrar en la materia prima. Para esto se colocó en las tablas de fileteo y se peló hasta quedar completamente limpio libre de cartílago y la plumilla. durante el trascurso de estas operaciones las piezas se lavaron continuamente.



Figura 9. Pelado de la pota

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Picado

Se procedió a picar en pequeños cubos de 4 cm por lado aproximadamente para facilitar el lavado de la pulpa, luego se llevó al cutter en el cual se dieron dos vueltas para que disminuya el tamaño de los trozos con la finalidad de facilitar su lavado, ya que si se dan más vueltas se pierde mucha materia prima en el proceso de lavado.



Figura 10. Picado de la pota

Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Primer Lavado – Prensado

En esta etapa se procedió a vaciar en una organza la materia picada y seguidamente a lavarla a chorro continuo con la finalidad de eliminar las sustancias solubles en agua y sustancias que producen el olor y sabor ácido amargo propio de la pota, separar las proteínas sarcoplasmáticas y cualquier partícula no deseable que afectara en la capacidad de formación de gel de la pulpa, el lavado terminará cuando el agua sea transparente y sin espuma. El prensado se realizó con ayuda de la organza hasta eliminar la mayor cantidad de agua posible.



Figura 11. Lavado - Prensado 1

Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Segundo Lavado – Prensado

En esta etapa se procedió a lavar la materia picada en una solución de agua con bicarbonato de sodio considerando la proporción de pulpa: agua; de 1:4 (1 de pulpa de pota: 4 de agua), se consideró 1.5% de bicarbonato con respecto al agua, se deja en dicha solución por 15 minutos a movimiento constante; por otro lado, se realizó también el lavado con ácido cítrico para lo cual se consideró los mismos porcentajes que el bicarbonato de sodio. La finalidad de esta etapa es concentrar las proteínas miofibrilares y al mismo tiempo eliminar las proteínas sarcoplasmáticas aún presentes y regular el pH.



Figura 12. Lavado - Prensado 2

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procedió a enjuagar con agua a chorro continuo y se realizó el prensado con ayuda de la organza con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de agua posible

3.3.7. Homogeneizado

La pulpa prensada junto con los demás ingredientes son mezclados en el cutter primero se agrega la sal porque ayuda a concentrar las proteínas miofibrilares y aumenta el punto isoelectrico luego demás ingredientes por último el aglutinante (almidón de papa, harina de arroz integral), según formulación

adjunta (Ver Cuadro 18); los cuales serán homogeneizados hasta obtener una masa compacta, el tiempo de esta operación será de 10 minutos agregando constantemente agua fría para mantener una temperatura inferior a 15°C y evitar la desnaturalización de las proteínas.



Figura 13. Homogenizado para hojuelas

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Formulación de Hojuelas de pota

Ingredientes	%
Pulpa	100.00
Almidón	75.00
Cloruro de sodio	1.80
Pimienta blanca	1.20
Glutamato	0.30
Ajo en polvo	1.20
Poro en polvo	0.50
Kión en polvo	0.50
Colorante	0.05
Polifosfato	0.15
Hielo	80.00

Fuente: Guzmán y Fernández (2017)

3.3.8. Embutido

La mezcla obtenida se embutió en bolsas de polietileno. En esta operación la distribución del producto tiene que ser compacta evitando que se formen burbujas de aire dentro de la bolsa que puede alterar posteriormente el producto.



Figura 14. Embutido de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.9. Tratamiento térmico

En esta etapa se realizó el tratamiento térmico por un tiempo de 1h y 40 minutos, el tiempo dependió del diámetro que tenía el embutido, a una temperatura de 80°C a 85°C, esta operación permite el ablandamiento del producto, coagula las proteínas y evita la deshidratación parcial del producto, se debe tomar en cuenta que la bolsa no debe reventar durante este proceso.

Esta etapa es importante ya que determina un ablandamiento del producto al convertir el colágeno en gelatina lo cual lo hace apto para consumo humano.

Durante la cocción se destruyen los microorganismos vegetativos, enzimas, levaduras, hongos, esporas e imparte al producto una consistencia firme debido a la coagulación de las proteínas y a la deshidratación parcial del producto.



Figura 15. Tratamiento térmico de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.10. Enfriado

Al terminar el proceso de cocción se procede a enfriar en un recipiente con agua y hielo a una temperatura de 10°C hasta que se enfrió totalmente y obtenga una consistencia dura que servirá para la etapa del rebanado.

Seguidamente al producto se le dio un golpe de frío en la refrigeradora durante 20 minutos para que adquiera la textura adecuada y facilite la siguiente operación de rebanado.



Figura 16. Enfriado de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.11. Rebanado

En este proceso se utilizó una maquina rebanadora de embutidos que facilitó el rebanado de las hojuelas, para lo que se consideró 1.0 mm de espesor de las hojuelas con la finalidad de facilitar el secado y el frito.



Figura 17. Rebanado de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.12. Secado

La deshidratación de las hojuelas se llevó a cabo a medio ambiente considerándose el tiempo hasta que la hojuela presente una apariencia vidriosa.



Figura 18. Secado de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.13. Fritado

En esta etapa se procedió a freír las hojuelas rebanadas secas en aceite por inmersión a una temperatura de 195°C por un tiempo de 5 segundos, durante la fritura la hojuela sufrió un proceso de expansión violenta, con lo que disminuye su densidad a tal punto que será menor a la del aceite, lo que ocasiona la ascensión de la hojuela hacia la superficie, indicando el momento en que está lista para ser retirada y escurrida, se obtuvo una hojuela crocante.



Figura 19. Fritado de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.14. Enfriado

En esta etapa se procedió a enfriar las hojuelas a temperatura ambiente por un tiempo de 15 minutos seguidamente fueron colocadas en papel filtro para retirarles el remanente de aceite después del fritado.



Figura 20. Enfriado de hojuelas

Fuente: Elaboración propia

3.3.15. Control de Calidad

Al obtener el producto frito (hojuelas de pulpa de papa) se toma una muestra para realizar el análisis organoléptico, se evaluó el olor que fue característico, el sabor agradable, una textura crocante, la cual se realizó con ayuda de una tabla de análisis organoléptico para hojuelas (Ver Anexo D).

Asimismo, se realizó análisis sensorial evaluando sus atributos requeridos de acuerdo con el diseño experimental.



Figura 21. Producto final

Fuente: Elaboración propia

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.4.1. Experimento N° 1

a. Objetivo:

Determinar la solución adecuada de aditivo químico en el lavado de la pulpa de papa para minimizar el contenido de acrilamida.

b. Variables:

La variable independiente que se consideró fue el Aditivo químico

VL1: 1,5% de Bicarbonato de sodio

VL2: 1,5% de ácido cítrico.

VL3: 0,75% de Bicarbonato de sodio y 0,75% de ácido cítrico

c. Evaluación:

Se determinó el contenido de acrilamida ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en cada una de las variables mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC).

Seguidamente se evaluaron las variables considerando los atributos sabor - olor, textura y apariencia de las variables obtenidas, para lo cual se consideró 30 panelistas entrenados, posteriormente se analizaron mediante la prueba de Friedman para lo cual se utilizó el análisis estadístico con un nivel de significancia del 5%; si fuera necesario se utilizó la prueba de Tukey.

3.4.2. Experimento N° 2

a. Objetivo:

Determinar el porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida

b. Variables:

La variable independiente que se consideró fue el porcentaje de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral (Ver Cuadro 19).

c. Evaluación:

Se determinó el contenido de acrilamida ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en cada una de las variables mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC).

Seguidamente se evaluaron las variables considerando los atributos sabor - olor, textura y apariencia de las variables obtenidas, para lo cual se consideró 30 panelistas entrenados, posteriormente se analizaron mediante la prueba de Friedman para lo cual se utilizó el análisis estadístico con un nivel de significancia del 5%; si fuera necesario se utilizó la prueba de Tukey.

Cuadro 19. Formulación de hojuelas de papa con harina de arroz integral

Ingredientes	VF1 %	VF2 %	VF3 %
Pulpa	100.00	100.00	100.00
Almidón de papa	65.00	55.00	45.00
Harina de arroz integral	00.00	10.00	20.00
Cloruro de sodio	1.80	1.80	1.80
Pimienta blanca	1.20	1.20	1.20
Glutamato	0.30	0.30	0.30
Ajo en polvo	1.20	1.20	1.20
Poro en polvo	0.50	0.50	0.50
Kión en polvo	0.50	0.50	0.50
Colorante	0.05	0.05	0.05
Polifosfato	0.15	0.15	0.15
Hielo	80.00	80.00	80.00

Fuente: (Guzmán Neyra & Fernández Oblitas, Guía de Práctica de "Tecnología de Productos Alternativos Pesqueros", 2017)

3.4.3. Experimento N° 3

a. Objetivo:

Determinar el tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final.

b. Variables:

La variable independiente para considerar es el tipo de aceite a considerar para disminuir el contenido de acrilamida.

VA1: Aceite de Maíz

VA2: Aceite de Girasol

VA3: Aceite Oliva

c. Evaluación:

Se determinó el contenido de acrilamida ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en cada una de las variables mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC).

Seguidamente se evaluaron las variables considerando los atributos sabor - olor, textura y apariencia de las variables obtenidas, para lo cual se consideró 30 panelistas entrenados, posteriormente se analizaron mediante la prueba de Friedman para lo cual se utilizó el análisis estadístico con un nivel de significancia del 5%; si fuera necesario se utilizó la prueba de Tukey.

3.4.4. Experimento N° 4

a. Objetivo:

Determinar la temperatura del frito de las hojuelas para minimizar el contenido de acrilamida.

b. Variables:

La variable independiente para considerar es la temperatura de frito

VF1: Temperatura 140°C

VF1: Temperatura 160°C

VF1: Temperatura 180°C

c. Evaluación:

Se determinó el contenido de acrilamida ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en cada una de las variables mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC).

Seguidamente se evaluaron las variables considerando los atributos sabor - olor, textura y apariencia de las variables obtenidas, para lo cual se consideró 30 panelistas entrenados, posteriormente se analizaron mediante la prueba de Friedman para lo cual se utilizó el análisis estadístico con un nivel de significancia del 5%; si fuera necesario se utilizó la prueba de Tukey.

3.4.5. Experimento N° 5

a. Objetivo:

Determinar la vida útil del producto final

b. Variables:

Se considero tres temperaturas diferenciadas entre si 10°C

TPA1: 30°C

TPA1: 40°C

TPA1: 50°C

c. Evaluación:

La vida útil de las hojuelas de papa se calculó en función al índice de peróxidos de las mismas, utilizando el método de pruebas aceleradas de temperatura, trabajando con temperaturas de 30, 40 y 50°C, midiéndose el índice cada media hora. Estas pruebas se realizaron considerando de no sobrepasar el límite del índice de peróxidos de 5 meq/kg (NTP 209.226) (INACAL, 2016).

3.4.6. Diseño del algoritmo minimizador de acrilamida

El algoritmo para diseñar esta enfocado en base al componente alimenticio diario, demandado, por las características de una determinada persona.

Primeramente, se calcula la cantidad total de calorías, en base a su estatura, peso edad y Nivel de Actividad. Luego, la cantidad en gramos de proteínas y grasa y su equivalente calórico correspondientemente. Se continúa con el cálculo de la cantidad de carbohidratos en base a la diferencia del total de calorías, calculado inicialmente, respecto de la sumatoria de calorías aportada por proteínas y grasa. Finalmente, contando con los datos calculados se diseña el producto dietético en base a Pota aplicando técnicas de minimización, para la Acrilamida con Programación Lineal.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para todos los experimentos del proyecto de investigación, los datos se analizaron mediante la prueba de Friedman para lo cual se utilizó un análisis estadístico con un nivel de significación del 5%. Al existir diferencias estadísticas significativas se utilizó la prueba de Tukey.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS

3.6.1. Análisis de la materia Prima

- **Análisis físico-organolépticos:** Se evaluó color, olor, sabor, textura y apariencia general.
- **Análisis químico proximal:** Se aplicaron las técnicas recomendadas por la A.O.A.C.

3.6.2. Análisis del Producto final

- **Análisis físico-organolépticos:** Se evaluó color, olor, sabor, textura y apariencia general.
- **Análisis químico proximal:** Se aplicaron las técnicas recomendadas por la A.O.A.C.
- **Prueba de aceptabilidad** Se empleó una escala hedónica de 7 puntos, utilizando para tal caso 30 consumidores comunes.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. Características organolépticas

En la presente investigación se utilizó tubo de pota (*Dosidicus gigas*), que fue adquirida en el terminal Pesquero “El Palomar” y en el Puerto de Matarani fue transportado hasta Arequipa en cajas con hielo en escamas para mantener baja la temperatura del recurso. Llegando al laboratorio se realizó un análisis físico – organoléptico.

En el Cuadro 20, se puede observar los resultados obtenidos utilizando la tabla organoléptica propuesta por (Alí Zegarra, 2004) (Ver Anexo C).

Cuadro 20. Características organolépticas de la pota para la elaboración de hojuelas de pota

Atributo	Descripción	Puntaje Promedio
Color	Ligeramente brillante	4.7
Olor	Característico de la especie	4.8
Textura	Firme	4.5
TOTAL		14.0

Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados son resultantes del promedio de 6 repeticiones, se puede notar que el puntaje total obtenido fue de 14,0 lo que la califica como muy buena, lo cual da a conocer que la pota es aceptable con una buena calidad (Superior) se encontró que la materia prima estaba en buen estado de frescura, lo cual asegura la inocuidad y calidad del producto final.

Cabe destacar que se encontró una textura firme, lo cual indica la presencia de proteínas miofibrilares, en concordancia con lo mencionado por (Maza

Ramírez, 2007), quien menciona que la textura dura, elástica y la gran capacidad de tolerancia a la congelación que presenta la pota corresponden única y exclusivamente a la proteína miofibrilar.

Sánchez (1981); citado por (Salvo Pusa, 2016), ha señalado que el procesamiento de mariscos es difícil debido a los problemas técnicos que presentan, recomendando el empleo de materia prima con alto grado de frescura. Esta premisa se ha mantenido en el presente estudio y los resultados lo confirman.

Además se realizó un análisis de pH de la pulpa de pota, el cual fue de 5.5; dicho resultado indica que la materia prima estuvo muy fresca, lo encontrado coincide con lo mencionado por (Huamani Colque, 2014), quien reportó que la carne de pota está muy fresca a pH de 5.5, además menciona a Ordoñez (1994), quien indica que mientras va aumentando el pH, la pulpa pierde su frescura llegando a estar deteriorada a un pH igual a 7, esto debido probablemente a la acción de las bacterias sobre los aminoácidos y la OTMA.

4.1.2. Características Bromatológicas

Es importante destacar que también se ha realizado un análisis químico proximal de la materia prima (Ver Anexo E), para lo cual se ha tomado muestra de la parte dorsal y ventral del manto del calamar gigante: Los resultados se presenta en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis químico proximal del tubo de pota

Componente	Cantidad (%)
Humedad	81.3
Proteína	16.6
Grasa	0.9
Cenizas	1.2

Fuente: Laboratorio de Tecnología y Productos Curados, 2019

Se puede notar que este recurso hidrobiológico tiene gran cantidad de agua en su composición, siguiéndole en importancia y cantidad la proteína, lo cual

garantiza que la pulpa a obtener tenga una alta concentración de proteína para ser utilizada en la elaboración de hojuelas.

Los resultados encontrados son muy similares a los reportados por (Narváez Apaza, 2016), quien encontró para el análisis proximal de la pota como valor de humedad 81.24%, proteína de 16,47%, grasa de 0.83% y ceniza 1.46%.

Suzuki (1987) y Ruitter (1999); mencionados por (Salvo Pusa, 2016), señalan que la composición química en peces y moluscos está afectada por varios factores, siendo la zona del cuerpo una de ellas; al respecto Ochoa (2014); mencionado por (Salvo Pusa, 2016), encontró que la composición química del *Dosidicus gigas* varía en razón al sexo, grado de maduración sexual, época del año y parte corporal, así mismo señala que los contenidos de humedad y proteína son un tanto más altos en el manto que en la aleta (Salvo Pusa, 2016).

4.2. DE LOS EXPERIMENTOS

4.2.1. Experimento N°1. Solución adecuada de aditivo químico para el lavado de la pulpa de pota para minimizar el contenido de acrilamida

El objetivo del primer experimento fue determinar la solución adecuada de aditivo a emplear durante el lavado de pulpa que permita obtener un producto final sin olor ni sabor al recurso pesquero y que a su vez permita disminuir el contenido de acrilamida.

Para lo cual se consideró como variable independiente al porcentaje de ácido cítrico y bicarbonato de sodio

Muestra 383: 1,5% de Bicarbonato de sodio

Muestra 432: 1,5% de ácido cítrico.

Muestra 251: 0,75% de Bicarbonato de sodio y 0,75% de ácido cítrico

Luego con la pulpa obtenida se elaboró hojuelas de pota, a dichas muestras se les determinó el contenido de acrilamida mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC) (Ver Anexo F).

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro 22.

Cuadro 22. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota lavado con Bicarbonato y Ácido cítrico

Muestras	Contenido de Acrilamida (µg/kg)
Muestra 383 (1.5% Bicarbonato)	70.86
Muestra 432 (1,5% Ácido cítrico)	69.41
Muestra 251 (Bicarbonato y ácido cítrico)	68.98

Fuente: Laboratorio de ensayo y control de calidad de Universidad Católica Santa María, 2018

En la Figura 22, se puede apreciar la variación del contenido de acrilamida con las diferentes soluciones empleadas para el lavado de la pulpa de pota, La muestra 432 (1,5% de Ácido cítrico) y la muestra 251 (0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico); presentaron resultados menores del contenido de acrilamida (69,41 µg/kg y 68,98 µg/kg respectivamente) y la muestra 383 (1.5% de Bicarbonato) presentó alto contenido de acrilamida (70,86 µg/kg).

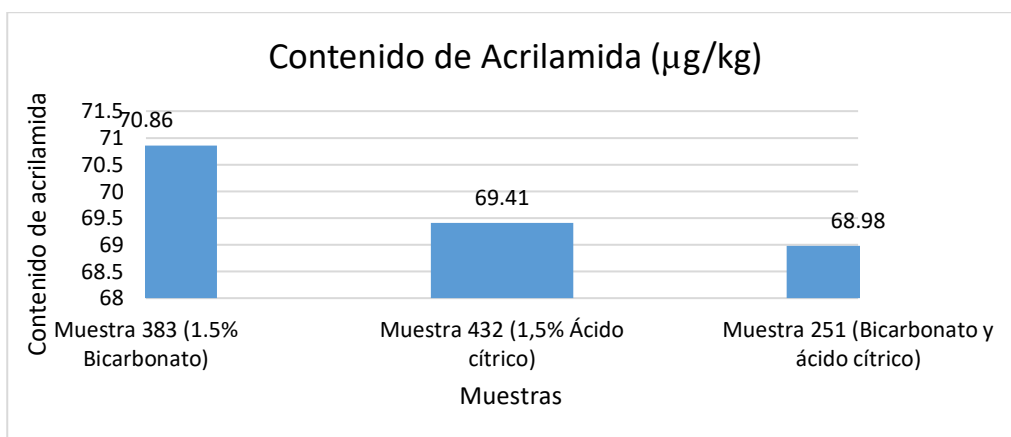


Figura 22. Contenido de Acrilamida en hojuelas de pota lavado con Bicarbonato y Ácido cítrico (µg/kg)

Para comparar el efecto de los aditivos empleados en el lavado de la pulpa de pota para la elaboración de hojuelas, se procedió a realizar un análisis sensorial de las variables obtenidas para lo cual se empleó una cartilla de Evaluación Sensorial (Ver Anexo G). Los resultados del mencionado análisis sensorial son presentados a continuación en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Resultados del análisis sensorial de los atributos olor - sabor, textura y apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Panelistas	Muestra 383 (1.5% de Bicarbonato)			Muestra 432 (1.5% de Ácido cítrico)			Muestra 251 (0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico)		
	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia
1	4	6	5	6	7	6	5	5	6
2	4	6	6	6	7	6	4	6	6
3	4	5	6	7	6	5	4	4	7
4	5	6	5	7	6	5	5	6	7
5	4	4	6	7	7	5	5	6	7
6	4	4	5	6	6	6	5	6	7
7	4	6	5	6	6	5	4	5	6
8	4	5	5	5	6	6	5	5	6
9	4	6	5	7	6	6	5	5	5
10	4	4	6	7	6	7	4	6	6
11	3	6	6	6	5	6	3	6	7
12	4	6	4	6	5	6	5	6	5
13	4	5	6	7	7	6	4	5	6
14	5	5	5	6	6	6	5	6	6
15	4	5	5	7	6	6	5	6	6
16	4	5	6	7	6	6	5	6	6
17	4	4	5	7	6	5	4	5	6
18	4	4	6	5	6	6	4	5	7
19	4	5	5	7	7	7	5	6	7
20	5	5	4	6	6	6	4	5	6
21	3	5	6	6	6	7	4	6	6
22	4	5	5	7	6	7	5	6	7
23	5	6	5	7	6	6	4	5	7
24	5	4	6	6	6	6	4	5	7
25	4	5	6	6	5	5	5	6	6
26	4	4	5	6	6	6	4	5	6
27	3	4	5	6	6	6	4	5	6
28	3	5	4	6	6	6	4	5	6
29	4	5	5	6	7	7	5	6	6
30	4	5	5	7	7	5	5	6	7
Promedio	4.03	5.00	5.27	6.37	6.13	5.93	4.47	5.50	6.30

Para lograr este objetivo se trabajó con un panel de 30 jueces, haciendo uso de una escala hedónica de 7 puntos, los panelistas dieron a conocer sus apreciaciones en función a los atributos mencionados, teniendo en cuenta que la escala de 7 puntos, se refiere a una muestra con sabor agradable sin olor al recurso pesquero y el puntaje 1, se refiere a que en el producto aún se siente el olor y sabor al recurso pesquero con respecto a la textura la muestra 7 es crocante y la muestra 1 no es crocante; referente a la Apariencia se observa que la muestra 7 tiene uniformidad en el color y homogenizado y el puntaje 1 es que no hay uniformidad en la apariencia del producto final.

Los datos obtenidos luego del análisis sensorial fueron graficados en la figura 24.

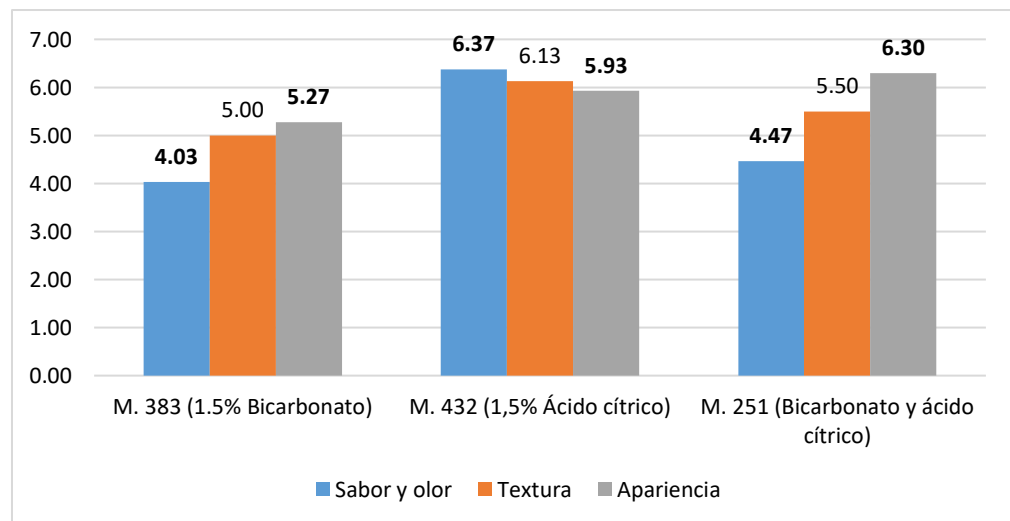


Figura 23. Análisis sensorial de los atributos olor y sabor, textura y apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

De acuerdo con la figura 24, se puede apreciar que las variables que se consideró para el lavado de pulpa con ácido cítrico y la combinación de ácido cítrico y bicarbonato de sodio obtuvieron los valores más bajos de contenido de acrilamida que la muestra en la que se lavó la pulpa solo con bicarbonato de sodio.

Seguidamente se procedió a realizar el análisis estadístico de cada atributo, en primer lugar, se consideró el atributo olor y sabor de las hojuelas a base de pulpa de pota.

SABOR Y OLOR

Cuadro 24. Resultados del análisis sensorial de los atributos olor - sabor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Panelistas	Muestra 383 (1.5% de Bicarbonato)	Muestra 432 (1.5% de Ácido cítrico)	Muestra 251 (0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico)
1	4	6	5
2	4	6	4
3	4	7	4
4	5	7	5
5	4	7	5
6	4	6	5
7	4	6	4
8	4	5	5
9	4	7	5
10	4	7	4
11	3	6	3
12	4	6	5
13	4	7	4
14	5	6	5
15	4	7	5
16	4	7	5
17	4	7	4
18	4	5	4
19	4	7	5
20	5	6	4
21	3	6	4
22	4	7	5
23	5	7	4
24	5	6	4
25	4	6	5
26	4	6	4
27	3	6	4
28	3	6	4
29	4	6	5
30	4	7	5
Promedio	4.03	6.37	4.47

El grafico a obtener es como sigue:

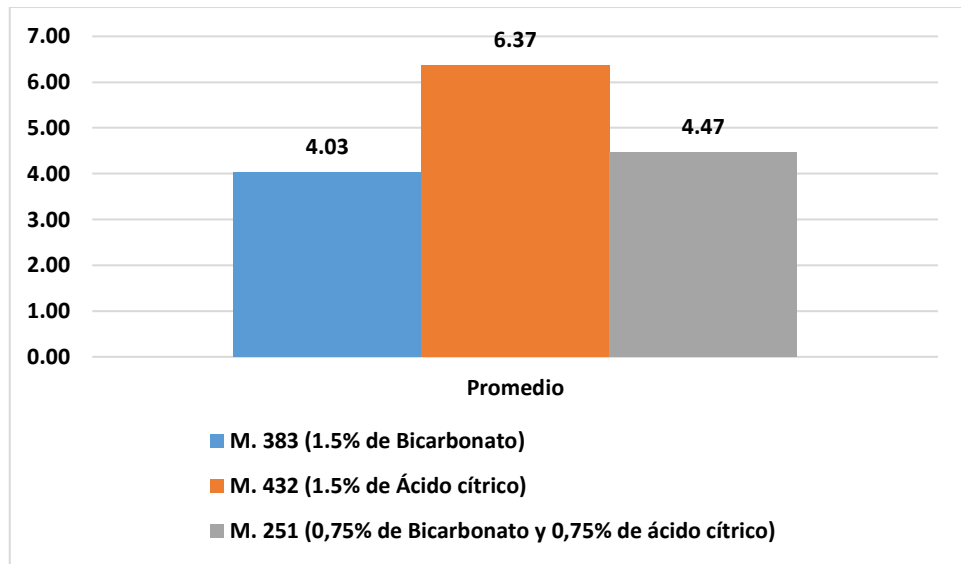


Figura 24. Análisis Sensorial de los atributos olor - sabor de las hojuelas de papa lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Con los resultados del cuadro 24, se procedió a realizar la prueba de Friedman para demostrar diferencias entre los tratamientos (formulaciones) en función a los atributos sensoriales evaluados. Se presenta el análisis del atributo Sabor y Olor.

Cuadro 25. Rango promedio de la prueba sensorial de sabor y olor

Rangos	
	Rango promedio
Muestra 383 (1.5% Bicarbonato)	1,28
Muestra 432 (1,5% Ácido cítrico)	2,98
Muestra 251 (Bicarbonato y ácido cítrico)	1,73

Cuadro 26. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Estadísticos de Prueba	
N	30
Chi-cuadrado	51,722
gl	2
Sig. asintótica	0,000

Después de realizar el análisis estadístico se obtiene que las tres muestras analizadas son significativamente diferentes en cuanto al olor y sabor de las hojuelas obtenidas, ya que la significancia observada en el cuadro anterior (0.000) es menor al nivel de significación establecido (0.05), lo cual demuestra que una de las muestras es diferente. Para determinar la muestra y elegir el mejor tratamiento se realizó la prueba de tukey la cual dio los siguientes resultados.

Cuadro 27. Prueba de Tukey para el sabor y olor de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Sabor y Olor				
HSD Tukey ^a				
TR1	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1,00	30	4,0333		
3,00	30		4,4667	
2,00	30			6,3667
Sig.		1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.				

Observando el Cuadro 27, y teniendo en cuenta que son tres los tratamientos analizados, se nota que se forman tres subconjuntos, lo cual quiere decir que

los efectos de los tratamientos son totalmente diferentes respecto al atributo Olor – Sabor de las hojuelas de pota.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede apreciar que la muestra 432 (1.5% de Ácido cítrico) tiene mayor calificación en el análisis sensorial y menor contenido de acrilamida, pero la pupa lavada presentaba un inconveniente no tenía una buena retención de la humedad lo que posteriormente iba afectar las características organolépticas del producto final.

La muestra lavada con ácido cítrico y bicarbonato presentaba mejores características organolépticas que la anterior variable; considerando los resultados obtenidos confirman lo indicado por el ITP (1996); mencionado por (Paúcar Villanueva, 2013), indica que para eliminar el sabor amargo de la pota se procedió a cortar y lavar o lixiviar las muestras, el corte fue realizado en láminas de diferentes espesores: 10, 20, 30, 40mm. Las láminas fueron colocadas en una solución de 0.026 m de ácido cítrico y 0.34 m de cloruro de sodio en la primera etapa, neutralizándose en la última etapa con bicarbonato de sodio (0,024 M) en una proporción de 2 a 1 (solución: carne) por 10 minutos; ello confirma el uso del ácido cítrico para el lavado de pulpa de pota. Según (Guzmán Neyra & Fernández Oblitas, Guia de Práctica de "Tecnología de Productos Alternativos Pesqueros", 2017), para extraer el olor característico de la pota se neutraliza con una solución de 1.5% de bicarbonato de sodio.

El tratamiento de lixiviación realizado en los trozos de pota, permitió la eliminación del sabor desagradable de la pota, así como la concentración de proteínas miofibrilares, lo que favoreció el incremento de las características reológicas de la pulpa lavada que permitió obtener un producto sin olor ni sabor a la pota.

De acuerdo con estos resultados se considera el lavado – prensado con la combinación de ácido cítrico y bicarbonato de sodio, debido a que esta muestra tiene un bajo contenido de acrilamida y tiene mayor grado de aceptabilidad.

Posteriormente se realizó el análisis del atributo textura lo cual se puede apreciar en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Resultados del análisis sensorial del atributo textura de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Panelistas	M. 383 (1.5% de Bicarbonato)	M. 432 (1.5% de Ácido cítrico)	M. 251 (0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico)
1	7	6	5
2	7	6	6
3	6	5	4
4	6	6	6
5	7	4	6
6	6	4	6
7	6	6	5
8	6	5	5
9	6	6	5
10	6	4	6
11	5	6	6
12	5	6	6
13	7	5	5
14	6	5	6
15	6	5	6
16	6	5	6
17	6	4	5
18	6	4	5
19	7	5	6
20	6	5	5
21	6	5	6
22	6	5	6
23	6	6	5
24	6	4	5
25	5	5	6
26	6	4	5
27	6	4	5
28	6	5	5
29	7	5	6
30	7	5	6
Promedio	6.13	5.00	5.50

Con los resultados obtenidos se procedió a graficar:

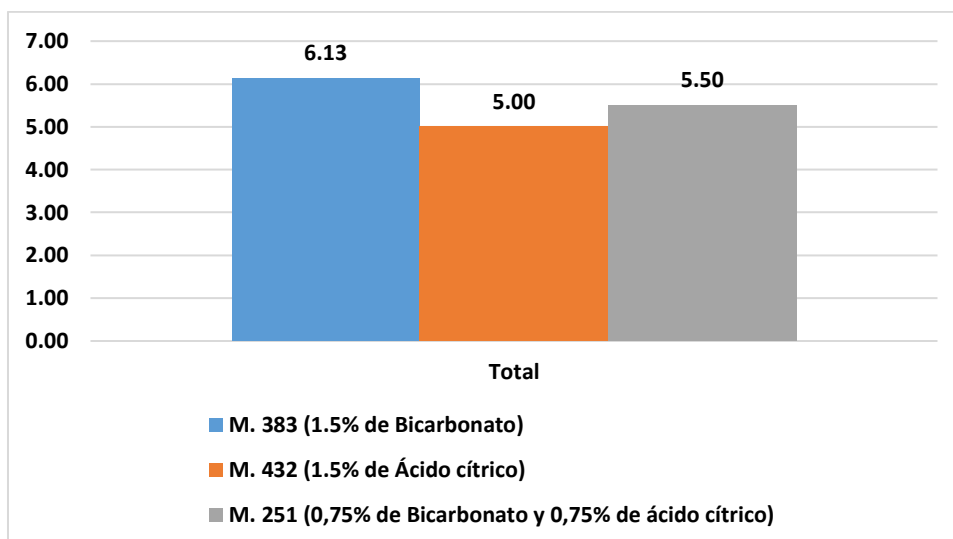


Figura 25. Análisis Sensorial del atributo Textura de las hojuelas de papa lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Con los resultados del Cuadro 28, se procedió a realizar la respectiva prueba de Friedman para determinar si existen diferencias significativas entre las formulaciones al evaluar la textura de las hojuelas de papa.

Cuadro 29. Rango promedio de la prueba sensorial de textura

Rangos	
	Rango promedio
Muestra 383 (1.5% Bicarbonato)	2,62
Muestra 432 (1,5% Ácido cítrico)	1,45
Muestra 251 (Bicarbonato y ácido cítrico)	1,93

Cuadro 30. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de papa lavado con bicarbonato y ácido cítrico

N	30
Chi-cuadrado	25.245
Gl	2
Sig. Asintótica	0.000

En el Cuadro 30, se puede observar que la significancia encontrada (0.000) es menor al nivel de significación establecido (0.05), lo que da a conocer que las muestras analizadas son significativamente diferentes en cuanto a la textura de las hojuelas de pota. Para encontrar el mejor tratamiento para obtener las mejores características de textura, se realizó la prueba de Tukey, la cual se presenta a continuación:

Cuadro 31. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Textura				
HSD Tukey				
TR1	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1,00	30	5,0000		
3,00	30		5,5000	
2,00	30			6,1333
Sig.		1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.				

En el Cuadro 31, se puede notar la formación de tres subconjuntos al ser analizadas en las tres muestras el atributo textura, lo cual quiere decir que la textura de las muestras de hojuelas de pota lavado con ácido cítrico y bicarbonato de sodio son totalmente diferentes no existiendo similitud entre las texturas. Como el ordenamiento de las formulaciones fue de menor a mayor agrado, se decide escoger como mejor tratamiento aquel que haya alcanzado mayor puntaje.

Es necesario destacar que la segunda muestra presentaba una textura muy dura no agradable lo que confirma lo indicado por Marthaus (2008); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), indica que disminuir el pH del medio y desfavorecer la reacción de Maillard y por tanto la formación de acrilamida, se puede emplear ácido cítrico, combinado con algunos pretratamientos como el blanqueado o escaldado, lográndose reducir hasta en un 70% los niveles de acrilamida pero afecta la calidad sensorial sobre todo de

los productos a base de papa, lo mencionado se puede apreciar en la apariencia del producto final obtenido.

La primera formulación mostraba una textura un poco más crocante sin dejar de resaltar el sabor que aún tenía al recurso pesquero pero el contenido de acrilamida es muy alto comparado a las muestras anteriores, la segunda formulación no presentaba el olor al recurso, pero su crocancia es muy suave y la tercera variable presentaba una crocancia aceptable y no tenía el sabor al recurso pesquero.

De acuerdo con lo cual se toma la decisión de considerar la tercera muestra, debido a que al emplear solo ácido cítrico va a influir negativamente en las características organolépticas en especial la textura del producto final y por otro lado va a aumentar el costo del producto final.

(Santos Lara, 2017), indica que la reducción del pH con ácidos orgánicos como el ácido cítrico ha permitido la disminución de la formación de la acrilamida. Se ha demostrado que el ácido cítrico es el modificador más eficiente en la reducción de acrilamida en sistemas modelo de patatas, pero no podemos dejar de considerar la aceptabilidad del producto final.

Posteriormente se continuó evaluando el siguiente atributo: Apariencia general, que se puede apreciar en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Resultados del análisis sensorial del atributo apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Panelistas	Muestra 383 (1.5% de Bicarbonato)	Muestra 432 (1.5% de Ácido cítrico)	Muestra 251 (0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico)
1	6	5	6
2	6	6	6
3	5	6	7
4	5	5	7
5	5	6	7
6	6	5	7
7	5	5	6
8	6	5	6
9	6	5	5
10	7	6	6
11	6	6	7
12	6	4	5
13	6	6	6
14	6	5	6
15	6	5	6
16	6	6	6
17	5	5	6
18	6	6	7
19	7	5	7
20	6	4	6
21	7	6	6
22	7	5	7
23	6	5	7
24	6	6	7
25	5	6	6
26	6	5	6
27	6	5	6
28	6	4	6
29	7	5	6
30	5	5	7
Promedio	5.93	5.27	6.30

Con los resultados obtenidos se procede a realizar el siguiente grafico

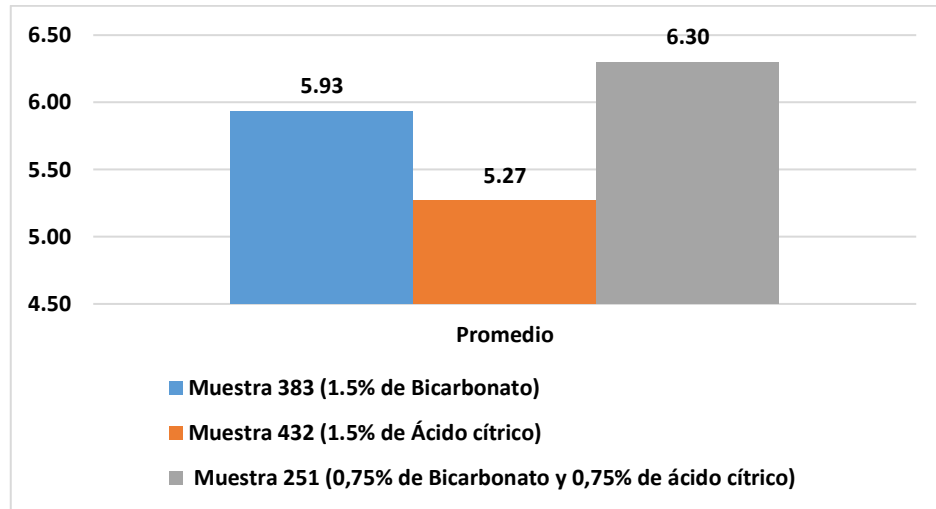


Figura 26. Resultados del Análisis Sensorial del atributo apariencia de las hojuelas de papa lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Con los resultados del Cuadro 32, se procedió a realizar la respectiva prueba de Friedman para determinar si existen diferencias significativas entre las diferentes soluciones de lavado al evaluar la Apariencia de las hojuelas de papa.

Cuadro 33. Rango promedio de la prueba sensorial de apariencia

Rangos	
	Rango promedio
Muestra 383 (1.5% Bicarbonato)	2,12
Muestra 432 (1,5% Ácido cítrico)	1,38
Muestra 251 (Bicarbonato y ácido cítrico)	2,50

Cuadro 34. Prueba de Friedman para la Apariencia de las hojuelas de papa lavado con bicarbonato y ácido cítrico

N	30
Chi-cuadrado	26,644
Gl	2
Sig. Asintótica	0.000

Observando el Cuadro 34 y considerando un 5% de significancia, se puede notar que la significancia asintótica encontrada (0,000) es menor al 0,05, con lo cual se puede concluir que existe suficiente evidencia estadística con un 5% de significancia para decir que al menos una muestra tiene un efecto diferente sobre la apariencia de las hojuelas.

Para determinar cuál de las formulaciones es la diferente en cuanto a la apariencia, se realizó una prueba de Tukey con un 5% de significancia, la cual se presenta en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Prueba de Tukey para la apariencia de las hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Apariencia			
HSD Tukey^a			
TR1	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1,00	30	5,2667	
3,00	30		5,9333
2,00	30		6,3000
Sig.		1,000	0,065
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			

En el Cuadro 35, se forman dos subconjuntos para la apariencia de las tres muestras analizadas, esto quiere dar a conocer que existen muestras en la que la Apariencia otorgan resultados similares. Siendo en este caso la muestra 432 (1,5% de Ácido cítrico) y la muestra 251 (0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico) presentaron resultados similares, mientras que la muestra 383 (1,5% Bicarbonato de sodio) presentó desuniformidad en la apariencia sus hojuelas no esponjaron tanto como las otras variables; considerando los resultados del análisis de la acrilamida y el análisis sensorial se optó por la muestra 251 es decir la muestra que fue lavada con 0,75% de Bicarbonato y 0,75% de ácido cítrico.

De acuerdo al Reglamento 2017 (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017), es necesario identificar las etapas de transformación en las que pueda formarse acrilamida, así como establecer medidas de mitigación para reducir los niveles de acrilamida en productos alimenticios sin afectar negativamente a la calidad y la seguridad microbiana del producto. Dichas medidas de mitigación se han establecido a raíz de una amplia consulta a organizaciones que representan a explotadores de empresa alimentaria afectados, consumidores y expertos de las autoridades competentes de los estados miembros. Si las medidas de mitigación incluyen la utilización de aditivos alimentarios y otras sustancias, deben utilizarse de conformidad con su autorización de uso; en este experimento se ha empleado los aditivos ácido cítrico y bicarbonato de sodio como medidas de mitigación para reducir la acrilamida.

Según (Plata Guerrero, 2015), la reacción de Maillard es favorecida en alimentos cuyas lecturas de pH se hallan de 6 a 8; menores valores de pH permiten disminuir el pardeamiento de los alimentos durante su deshidratación, pero altera negativamente las propiedades organolépticas de los alimentos procesados térmicamente, como el sabor, olor y textura, de acuerdo a lo mencionado se puede observar que el ácido cítrico influye negativamente en la textura de la pulpa lavada de papa y por ende en el producto final.

Por otro lado, Jung, Choi y Ju (2003); mencionados por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), con la finalidad de eliminar el almidón superficial extrajeron la asparagina y azúcares reductores de la superficie de la papa french, lavando con agua destilada las papas cortadas, luego las sumergieron durante una hora en soluciones de ácido cítrico al 1 y 2%, antes de freírlas con aceite de maíz, logrando el descenso del pH, además la reducción de la formación de la acrilamida.

De acuerdo a, Arribas (2013) y Jung *et al.*, (2003); mencionados por (Santos Lara, 2017), el pH neutro es óptimo para la formación de acrilamida en los alimentos. La reducción del pH con ácidos orgánicos como el ácido cítrico ha permitido la disminución de la formación de la acrilamida, demostrando que el

ácido cítrico es el modificador más eficiente en la reducción de acrilamida en sistemas modelo de patatas (78%, pH 3,7) seguido por el láctico (62%, pH 4,2) y el acético (46%, pH 4,5) comparado con el control (pH 5,4).

(Santín Sánchez, 2018), resaltó la importancia del pH para la formación de acrilamida principalmente según los resultados obtenidos mostraron que las mieles que tuvieron pH con valor más alto en la etapa de concentración, se produjo un lote de panela con mayor contenido de acrilamida. Esto ocurrió pese a que dicho día de trabajo reportó menor temperatura en la etapa de concentración. Esto significa que un control del pH desde la etapa de clarificación hasta la concentración es complementario al control de las altas temperaturas.

Yuan et al. (2014); mencionados por (Molina Périz, 2015), plantearon una estrategia de remojo previo en varias soluciones (ácido cítrico, cloruro cálcico y cloruro sódico) antes de someter el producto a dos tratamientos térmicos, microondas y fritura. Los resultados muestran que la inmersión reduce eficazmente la cantidad de acrilamida en las rodajas de patata. El tiempo de inmersión siempre es de 20 minutos. Obtienen los mejores resultados en la inmersión de NaCl y cocción en microondas (reducción del 96%) y para la inmersión en ácido cítrico y proceso de fritura (reducción del 77%).

De acuerdo con los antecedentes mencionados se optó por emplear ácido cítrico, en una variable se consideró el 1,5% de ácido cítrico mientras que en la otra variable se ha combinado 0,75% de ácido cítrico con 0,75% de bicarbonato de sodio con la finalidad de ajustar el pH por ende disminuir la formación de acrilamida.

La variable del lavado únicamente con ácido cítrico no otorgó buenas características organolépticas al producto final en comparación a la variable del lavado con ácido cítrico y bicarbonato de sodio que sí otorgó mejores características organolépticas. Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos tanto de laboratorio como de las pruebas de aceptabilidad, se consideró como mejor variable a la muestra lavada con la combinación de ácido cítrico y bicarbonato de sodio.

4.2.2. Experimento N°2: Porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida

El objetivo del segundo experimento fue determinar el porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida.

Para lo cual se consideró como variable independiente al porcentaje de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral; cómo se puede apreciar en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Formulación de hojuelas de papa con harina de arroz integral

Ingredientes	Muestra 251 (Arroz integral 0%)	Muestra 483 (Arroz integral 10%)	Muestra 321 (Arroz integral 20%)
Pulpa	100.00	100.00	100.00
Almidón de papa	75.00	65.00	55.00
Harina de arroz integral	00.00	10.00	20.00
Cloruro de sodio	1.80	1.80	1.80
Pimienta blanca	1.20	1.20	1.20
Glutamato	0.30	0.30	0.30
Ajo en polvo	1.20	1.20	1.20
Porro en polvo	0.50	0.50	0.50
Kión en polvo	0.50	0.50	0.50
Colorante	0.05	0.05	0.05
Polifosfato	0.15	0.15	0.15
Hielo	80.00	80.00	80.00

Fuente: (Guzmán Neyra & Fernández Oblitas, Guía de Práctica de "Tecnología de Productos Alternativos Pesqueros", 2017)

Las tres formulaciones que se observan en el cuadro 36, tienen como variable el porcentaje de arroz integral el cual se va a incrementando con la finalidad de disminuir el contenido de acrilamida sin afectar las características organolépticas de las hojuelas de papa con harina de arroz.

Posteriormente el producto final fue evaluado con respecto al contenido de Acrilamida mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC) (Ver Anexo H), cuyos resultados se puede apreciar en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Contenido de Acrilamida de hojuelas de pota con diferentes porcentajes de arroz integral

Tipo de almidón	Contenido de Acrilamida ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Muestra 251 (Arroz integral 00%)	68.98
Muestra 483 (Arroz integral 10%)	67.23
Muestra 321 (Arroz integral 20%)	45.23

Fuente Laboratorio de ensayo y control de calidad de Universidad Católica Santa María, 2018

En el siguiente gráfico se puede observar el contenido de acrilamida como varia en las 3 muestras.

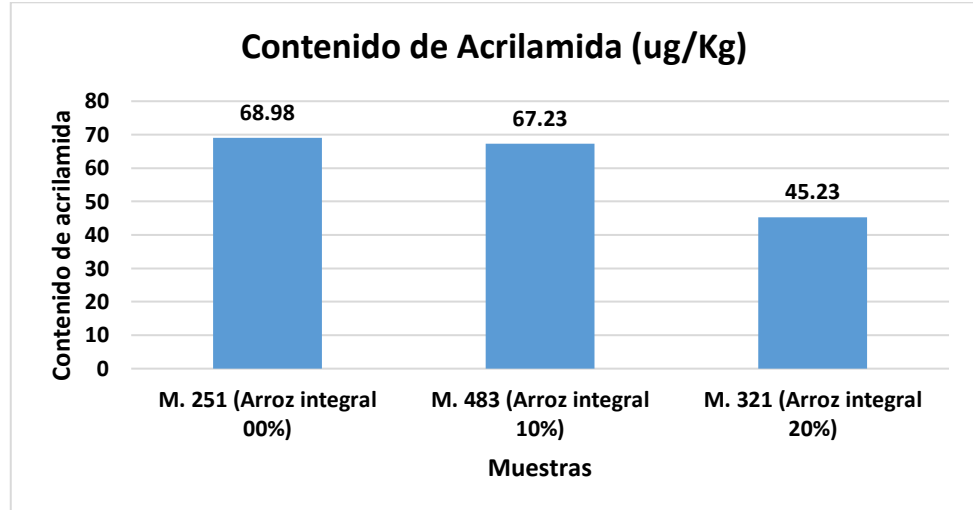


Figura 27. Variación del contenido de Acrilamida en hojuelas de pota con diferentes porcentajes de arroz integral

Asimismo, se quiso determinar cómo influye los diferentes porcentajes de arroz integral añadido a la formulación en las características organolépticas del

producto final; considerando que se agregó arroz integral reemplazando el almidón de papa con la finalidad de disminuir el contenido de acrilamida.

Se dispone de poca información sobre el contenido de asparagina en diversos cereales. (Belobrajdic & Bird, 2013), indica que una dieta rica en cereales integrales puede contribuir a prevenir la malnutrición y reducir el riesgo de desarrollar ciertas enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares y la diabetes tipo 2, entre otras.

Con estos antecedentes se optó por emplear harina de arroz integral para reemplazar parte del almidón de papa cuidando de no afectar sus características organolépticas del producto final.

Para evaluar los atributos de sabor, color, textura y apariencia se consideraron 30 panelistas, a quienes se les dio tres muestras debidamente codificadas que debían ser evaluadas individualmente; se les indicó que, en la catación entre una y otra muestra, interpusieran de 1 a 3 minutos de pausa, enjuagándose la boca o bebiendo agua mineral sin gas.

Para ello se consideró una ficha de evaluación de escala estructurada de 7 puntos (Ver Anexo I), de acuerdo con lo cual calificaron los panelistas.

Los resultados de dicha evaluación se presentan a continuación en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Análisis sensorial de las hojuelas de pota elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Panelistas	Muestra 251 (Arroz integral 00%)			Muestra 483 (Arroz integral 10%)			Muestra 321 (Arroz integral 20%)		
	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia
1	5	6	5	7	7	7	7	7	7
2	5	6	6	7	7	7	6	6	6
3	6	6	5	6	6	7	7	7	7
4	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	5	6	5	6	7	7	7	7	7
6	5	5	6	7	6	6	6	6	6
7	6	5	5	7	7	7	7	6	7
8	5	6	6	6	6	7	7	6	7
9	6	6	6	7	7	7	7	7	7
10	6	6	5	7	7	7	6	7	7
11	6	6	6	7	6	6	6	6	6
12	6	6	5	7	6	7	6	6	6
13	6	5	5	7	7	7	7	7	7
14	6	5	5	6	6	6	7	6	7
15	5	6	6	7	7	7	6	6	6
16	5	6	5	7	7	7	6	6	6
17	5	5	6	6	6	6	7	7	6
18	5	6	6	7	7	7	6	6	7
19	6	6	6	7	7	7	7	7	7
20	6	5	6	7	6	6	6	6	7
21	6	5	6	7	7	7	6	6	7
22	5	5	6	7	7	7	6	6	7
23	5	6	6	7	7	7	7	7	7
24	6	6	6	6	6	6	6	7	6
25	6	7	7	6	7	7	7	6	7
26	7	7	7	6	6	6	7	7	6
27	5	5	6	6	6	6	7	7	6
28	6	6	6	6	7	7	6	6	7
29	6	6	6	6	6	7	6	6	6
30	6	5	6	6	7	7	7	7	7
Promedio	5.63	5.73	5.77	6.57	6.57	6.70	6.50	6.43	6.60

En la siguiente figura se puede apreciar cómo es la evaluación de los tres atributos con diferentes porcentajes de harina de arroz integral.

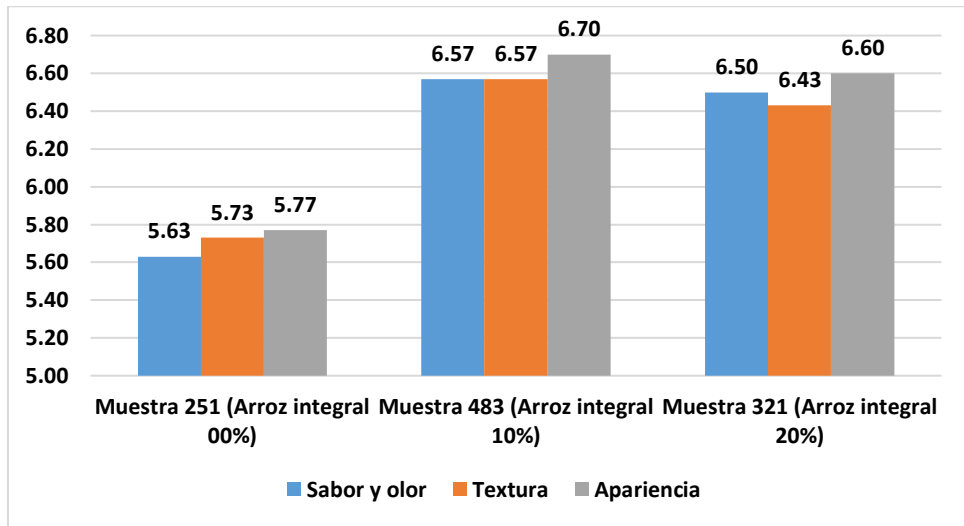


Figura 28. Análisis sensorial de los atributos olor y sabor, textura y apariencia de hojuelas de papa elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Por otro lado, se quiso determinar la influencia de los diferentes porcentajes de harina de arroz integral que se ha empleado para sustituir el almidón de papa, con el objetivo de disminuir el contenido de acrilamida, pero manteniendo las características organolépticas del producto final.

Se puede apreciar las hojuelas que poseen 10 y 20% de arroz integral tiene resultados similares en cuanto al análisis sensorial.

Seguidamente se procedió a evaluar los atributos en forma separada para luego proseguir con la prueba de Friedman para demostrar diferencias entre los tratamientos en función a los atributos sensoriales evaluados.

En primer lugar, se consideró el atributo sabor y olor del producto.

Cuadro 39. Análisis sensorial de las hojuelas de pota del atributo sabor y olor, elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Panelistas	Muestra 251 (Arroz integral 00%)	Muestra 483 (Arroz integral 10%)	Muestra 321 (Arroz integral 20%)
1	5	7	7
2	5	7	6
3	6	6	7
4	6	6	6
5	5	6	7
6	5	7	6
7	6	7	7
8	5	6	7
9	6	7	7
10	6	7	6
11	6	7	6
12	6	7	6
13	6	7	7
14	6	6	7
15	5	7	6
16	5	7	6
17	5	6	7
18	5	7	6
19	6	7	7
20	6	7	6
21	6	7	6
22	5	7	6
23	5	7	7
24	6	6	6
25	6	6	7
26	7	6	7
27	5	6	7
28	6	6	6
29	6	6	6
30	6	6	7
Total	5.63	6.57	6.50

Con los resultados obtenidos se procede a realizar el siguiente gráfico:

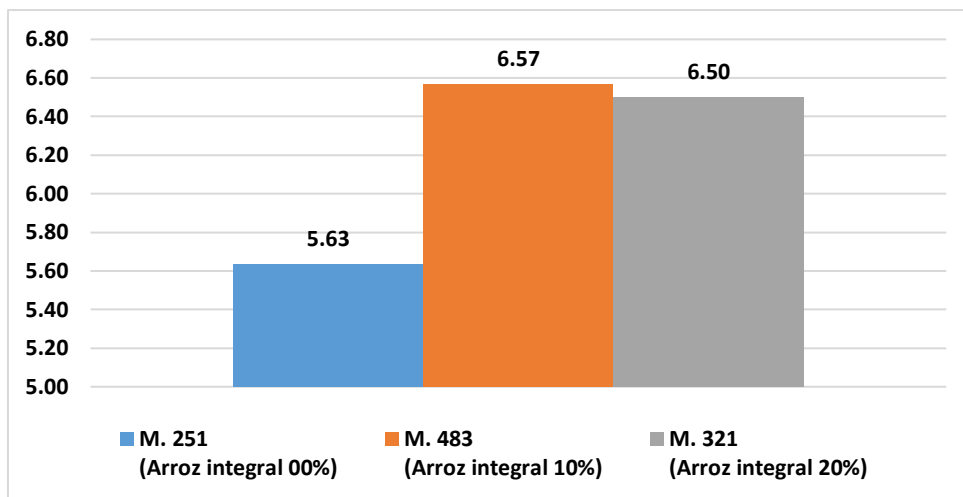


Figura 29. Análisis Sensorial de los atributos olor - sabor de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Utilizando los resultados del Cuadro 39, se procedió a realizar la prueba de Friedman para demostrar diferencias entre los tratamientos (Porcentajes de harina de arroz integral) en función a los atributos sensoriales evaluados.

Cuadro 40. Rango promedio de la prueba sensorial de sabor y olor

Rangos	
	Rango promedio
Muestra 251 (Arroz integral 00%)	1,33
Muestra 483 (Arroz integral 10%)	2,37
Muestra 321 (Arroz integral 20%)	2,30

Cuadro 41. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

N	30
Chi-cuadrado	27,364
Gl	2
Sig. Asintótica	0,000

Como se puede ver en el Cuadro 41, se puede notar claramente que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que con alguna de las formulaciones con arroz integral se obtiene una textura diferente para cada muestra de las hojuelas.

Para determinar el porcentaje adecuado de harina de arroz integral a agregar a las hojuelas, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual se presenta en el Cuadro 42.

Cuadro 42. Prueba de Tukey para el atributo sabor y olor de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

TR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1,00	30	5,6333	
3,00	30		6,5000
2,00	30		6,5667
Significancia		1,000	,875

En el Cuadro 42, se forman dos subconjuntos para la apariencia de las tres muestras analizadas, esto quiere dar a conocer que existen muestras en la que el atributo Sabor y Olor otorgan resultados similares.

En este caso la muestra 483 (10% de harina de arroz integral) y la muestra 321 (20% de harina de arroz integral) presentan resultados similares, con respecto a los atributos Sabor – Olor; pero considerando los resultados del contenido de acrilamida ambas muestras contienen 67.23 µg/kg, y 45.23 µg/kg respectivamente; se considera como variable ganadora a la muestra 3 (20% de harina de arroz integral), debido a que el objetivo del presente trabajo de investigación es la reducción de la acrilamida en el producto final.

Con respecto a la variable 1 el sabor – olor no tiene gran aceptabilidad debido a que el arroz integral influye en el sabor del producto final y esta variable no tiene nada de arroz integral.

Se prosiguió con evaluar el atributo Textura:

Cuadro 43. Análisis Sensorial de las hojuelas de pota del atributo textura con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Panelistas	Muestra 251 (Arroz integral 00%)	Muestra 483 (Arroz integral 10%)	Muestra 321 (Arroz integral 20%)
1	6	7	7
2	6	7	6
3	6	6	7
4	6	6	6
5	6	7	7
6	5	6	6
7	5	7	6
8	6	6	6
9	6	7	7
10	6	7	7
11	6	6	6
12	6	6	6
13	5	7	7
14	5	6	6
15	6	7	6
16	6	7	6
17	5	6	7
18	6	7	6
19	6	7	7
20	5	6	6
21	5	7	6
22	5	7	6
23	6	7	7
24	6	6	7
25	7	7	6
26	7	6	7
27	5	6	7
28	6	7	6
29	6	6	6
30	5	7	7
Total	5.73	6.57	6.43

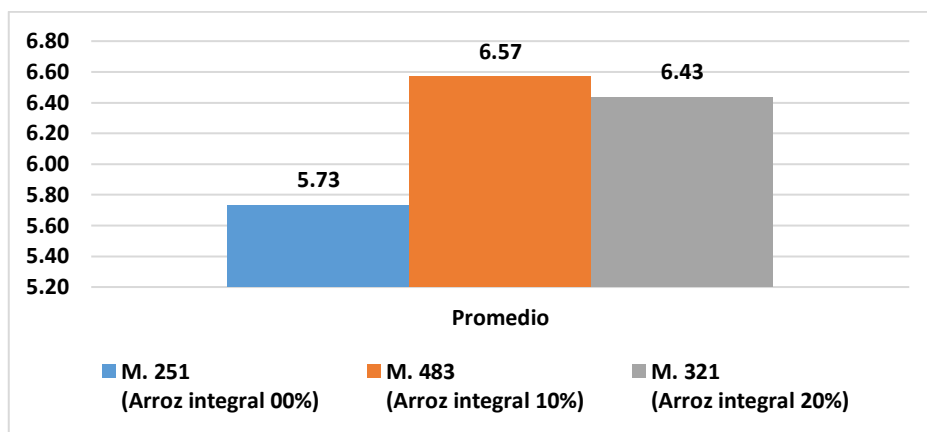


Figura 30. Análisis Sensorial del atributo textura de las hojuelas de papa con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Utilizando los resultados del Cuadro 43, se procedió a realizar la prueba de Friedman para demostrar diferencias entre los tratamientos (Porcentajes de harina de arroz integral) en función a los atributos sensoriales evaluados, se evaluó el atributo Textura.

Cuadro 44. Rango promedio de la prueba sensorial de textura

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 251 (Arroz integral 00%)	1,38
Muestra 483 (Arroz integral 10%)	2,40
Muestra 321 (Arroz integral 20%)	2,22

Cuadro 45. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de papa con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Estadísticos de prueba	
N	30
Chi-cuadrado	26,425
gl	2
Sig. asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 45, se puede notar que la significancia encontrada de 0.000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que con alguna

de las formas de adición de arroz integral se obtiene una textura diferente para las hojuelas. Para determinar que formulación otorga una textura diferente a las hojuelas de pota, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual se presenta a continuación.

Cuadro 46. Prueba de Tukey para el atributo textura de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

TR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1,00	30	5,7333	
3,00	30		6,4333
2,00	30		6,5667
Significan		1,000	,597
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			

En el Cuadro 46, se puede notar que existen dos subconjuntos, lo que da a entender que existen similitudes entre algunas formas de adición del arroz integral.

Se decide escoger el segundo subconjunto, por encontrarse en el mismo los más altos puntajes.

En dicho subconjunto están tanto la formulación con arroz integral al 10% y 20%. Por razones sensoriales, se decide escoger como mejor tratamiento la formulación de la muestra 3 que considera la adición del 20% de harina de arroz integral debido a que este producto presentaba crocantes más notoria comparado a las otras variables.

Seguidamente se procede a evaluar el atributo Apariencia de las hojuelas elaboradas con diferentes porcentajes de harina de arroz integral.

Cuadro 47. Análisis sensorial de las hojuelas de pota del atributo apariencia con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Panelistas	Muestra 251 (Arroz integral 00%)	Muestra 483 (Arroz integral 10%)	Muestra 321 (Arroz integral 20%)
1	5	7	7
2	6	7	6
3	5	7	7
4	6	6	6
5	5	7	7
6	6	6	6
7	5	7	7
8	6	7	7
9	6	7	7
10	5	7	7
11	6	6	6
12	5	7	6
13	5	7	7
14	5	6	7
15	6	7	6
16	5	7	6
17	6	6	6
18	6	7	7
19	6	7	7
20	6	6	7
21	6	7	7
22	6	7	7
23	6	7	7
24	6	6	6
25	7	7	7
26	7	6	6
27	6	6	6
28	6	7	7
29	6	7	6
30	6	7	7
Total	5.77	6.70	6.60

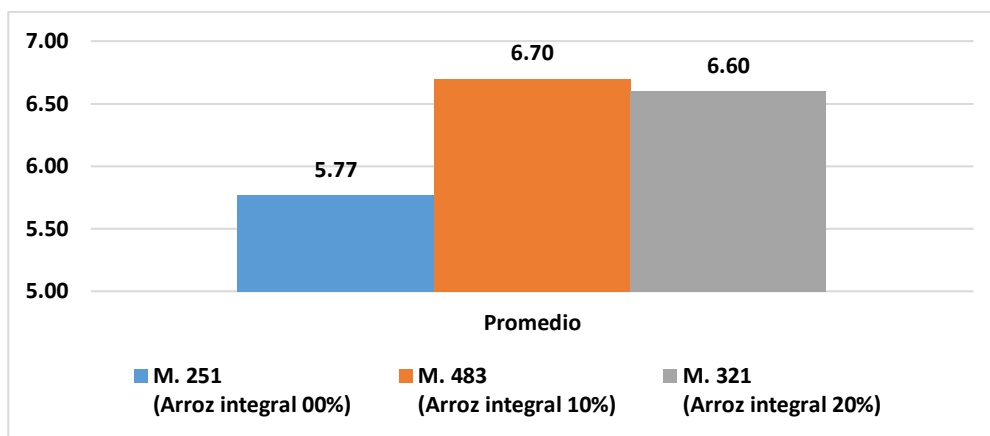


Figura 31. Análisis Sensorial del atributo apariencia de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

Seguidamente, se presenta el análisis estadístico del atributo apariencia general.

Cuadro 48. Rango promedio de la prueba sensorial de apariencia

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 251 (Arroz integral 00%)	1,37
Muestra 483 (Arroz integral 10%)	2,38
Muestra 321 (Arroz integral 20%)	2,25

Cuadro 49. Prueba de Friedman para la apariencia de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

N	30
Chi-cuadrado	30,528
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 49, se puede notar que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que al menos una muestra es diferente.

Pero como se puede observar se tiene dos muestras que pueden ser iguales para ello, se procede a realizar una prueba de Tukey para elegir una muestra.

Cuadro 50. Prueba de Tukey para el atributo de apariencia de las hojuelas de pota con diferentes porcentajes de harina de arroz integral

APARIENCIA			
HSD Tukey ^a			
TR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1,00	30	5,7667	
3,00	30		6,6000
2,00	30		6,7000
Sig.		1,000	,731

En el Cuadro 50, se puede notar que existe un solo tratamiento con un puntaje bajo, siendo en este caso la hojuela elaborada con 0.0% de arroz integral.

Considerando los resultados obtenidos se decide escoger como mejor tratamiento entre las dos formulaciones que se encuentran en el segundo subconjunto, la formulación que considera 20% de harina de arroz integral, tratamiento con el cual se obtiene una apariencia general del producto final.

La influencia del agregado de arroz integral en las hojuelas de pota reemplazando el almidón de papa confirma lo indicado por (Seal y col., 2008; mencionados por (Plata Guerrero, 2015), quienes indican que los niveles de asparagina varían dependiendo de la variedad y del tipo de cereal.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede apreciar que las hojuelas preparadas con el 00% y 10% de harina de arroz presentan 68,98 $\mu\text{g}/\text{kg}$, y 67,23 $\mu\text{g}/\text{kg}$ respectivamente; mientras que la muestra preparada con 20% de harina integral de arroz presenta 45,23 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Considerando los siguientes antecedentes: Seal *et al.*, (2008); mencionados por (Arribas, 2013), que el centeno es el cereal que posee mayor contenido en asparagina, alrededor de cuatro veces más que el trigo (Centeno: 634 mg/kg; trigo: 174 mg/kg). Sin embargo, el arroz es el que menor contenido tiene (< 100 mg/kg), mientras que el maíz y la avena tienen un contenido intermedio

(150 mg/kg), el contenido de asparagina es la materia prima determinante, más importante en la formación de acrilamida.

Asimismo, (Claus, *et al.*, 2008a); mencionados por (Echévarri R., Jaramillo Z., & Quiroz C., 2014), indican que los distintos tipos de cereales muestran distintos niveles de asparagina (los niveles típicos de asparagina más elevados se dan en el centeno y, después, en orden descendente, en la avena, el trigo, el maíz y el arroz, siendo este último el que presenta los niveles más bajos

Por otro lado (Zepeda Arévalo, 2018), indica que la concentración de asparagina puede oscilar entre 75 a 2200 mg/kg en el trigo, 50 a 1400 mg/kg en la avena, 70 a 3000 mg/kg en el maíz, 319 a 880 mg/kg en el centeno, y de 15 a 25 mg/kg en el arroz. Este nivel de variación indica que puede haber un margen para reducir la acrilamida aprovechando la variabilidad de asparagina. Las harinas ligeras contienen bastante menos asparagina que las harinas integrales. Sin embargo, se reduce el contenido de harina integral se reduce las ventajas nutritivas del producto final.

Por otro lado, según Marchettini *et al.*, (2013); mencionado por (Molina Périz, 2015) parece existir una correlación entre las concentraciones de acrilamida y las altas concentraciones de asparagina y azúcares reductores, en concreto de glucosa y fructosa.

Según el (Reglamento (UE) 2017/2158) (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017), cuando lo permitan las características del producto, los EEA deberán revisar si es posible sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de otros cereales, como el arroz, teniendo en cuenta que cualquier cambio tendrá repercusiones sobre el proceso de cocción y las propiedades organolépticas de los productos.

De acuerdo a todo lo mencionado se decidió reemplazar parte del almidón de papa con harina de arroz integral, los resultados obtenidos del experimento 2, concuerda con lo indicado por los investigadores mencionados anteriormente y la recomendación dada en el Reglamento de la Unión Europea (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017); que el reemplazar la harina de

maíz por harina de arroz va a disminuir el contenido de acrilamida; debido a que dicha harina tiene menos contenido de asparagina.

También se ha considerado las características organolépticas del producto final observando que la adición de la harina de arroz influye en la apariencia del producto final.

4.2.3. Experimento N°3. Tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final

El experimento 3 tuvo como objetivo determinar el tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final.

La variable independiente que se consideró fue el tipo de aceite para disminuir el contenido de acrilamida.

- Muestra 342 (Aceite de Maíz)
- Muestra 321 (Aceite de Girasol)
- Muestra 297 (Aceite de oliva)

Los tratamientos generados en el presente fueron evaluados en primer lugar por el contenido de Acrilamida mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC) (Ver Anexo J), el cual se presenta en el siguiente cuadro 51.

Cuadro 51. Contenido de Acrilamida de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Tipos de Aceite	Contenido de Acrilamida (µg/kg)
Muestra 342 (Aceite de Maíz)	17.25
Muestra 321 (Aceite de Girasol)	45.23
Muestra 297 (Aceite de oliva)	30.15

Fuente Laboratorio de ensayo y control de calidad de Universidad Católica Santa María, 2018

En el Cuadro 51, se puede apreciar como varía el contenido de acrilamida de acuerdo con el tipo de aceite que se emplea para la fritura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral; se puede apreciar que tanto la fritura en aceite de maíz y de oliva son bajas comparadas a las hojuelas fritas con aceite de girasol.

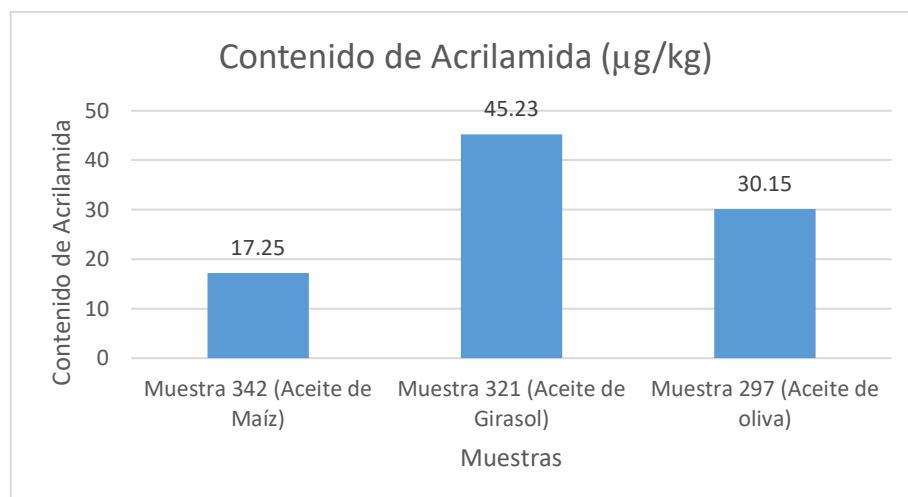


Figura 32. Variación del Contenido de Acrilamida en hojuelas de papa con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar que las hojuelas fritas con aceite de maíz nos va a dar menor contenido de acrilamida lo cual confirma lo mencionado por Jung, Choi y Ju (2003); mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), con la finalidad de eliminar el almidón superficial extrajo la asparagina y azúcares reductores de la superficie de la papa frech, lavando con agua destilada las papas cortadas, luego de la cual las sumergieron durante una hora en soluciones de ácido cítrico al 1 y 2%, antes de freírlas con aceite de maíz, logrando el descenso del pH, además la reducción de la formación de la acrilamida.(aumentar)

Posteriormente fue evaluado por 30 panelistas, los cuales, haciendo uso de una escala hedónica de 7 puntos dieron a conocer sus apreciaciones en función a los atributos (Sabor y olor, textura y color) (Ver Anexo K).

Los resultados del mencionado análisis sensorial son presentados a continuación:

Cuadro 52. Análisis sensorial de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Panelistas	Muestra 342 (Aceite de maíz)			Muestra 321 (Aceite de Girasol)			Muestra 297 (Aceite de Oliva)		
	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia
1	6	7	7	6	6	6	6	7	6
2	6	7	7	5	7	6	7	7	6
3	6	7	7	6	7	5	6	7	6
4	6	7	7	5	6	6	7	7	7
5	7	6	7	6	7	5	6	7	7
6	7	7	6	6	5	6	7	7	6
7	7	7	7	6	6	6	6	6	6
8	6	6	7	5	6	6	7	7	7
9	6	7	7	5	6	6	7	6	6
10	6	6	6	5	6	6	7	7	7
11	6	7	7	5	6	6	7	7	6
12	7	7	6	6	6	6	6	7	7
13	6	7	7	6	6	6	6	7	6
14	7	7	7	6	5	6	7	7	7
15	6	7	7	6	6	5	6	6	6
16	7	7	7	6	6	6	7	7	7
17	6	7	6	6	6	5	7	7	6
18	7	7	6	5	6	6	7	6	7
19	6	7	7	6	6	5	6	7	7
20	7	7	7	6	6	6	6	6	7
21	7	7	7	6	6	6	6	6	7
22	7	6	7	6	6	5	7	6	7
23	6	6	7	6	6	5	7	7	6
24	6	7	6	6	5	5	7	6	6
25	7	7	6	6	6	5	7	6	6
26	7	7	6	6	5	5	6	7	6
27	7	7	7	5	6	6	6	6	7
28	7	7	7	6	6	5	7	6	6
29	7	7	7	6	6	5	6	7	6
30	6	7	7	6	5	6	6	7	7
Promedio	6.50	6.83	6.73	5.73	5.93	5.60	6.53	6.63	6.47

Asimismo, se puede apreciar en la siguiente figura como es la evaluación de los tres atributos con los diferentes tipos de aceites empleado para el fritado de hojuelas.

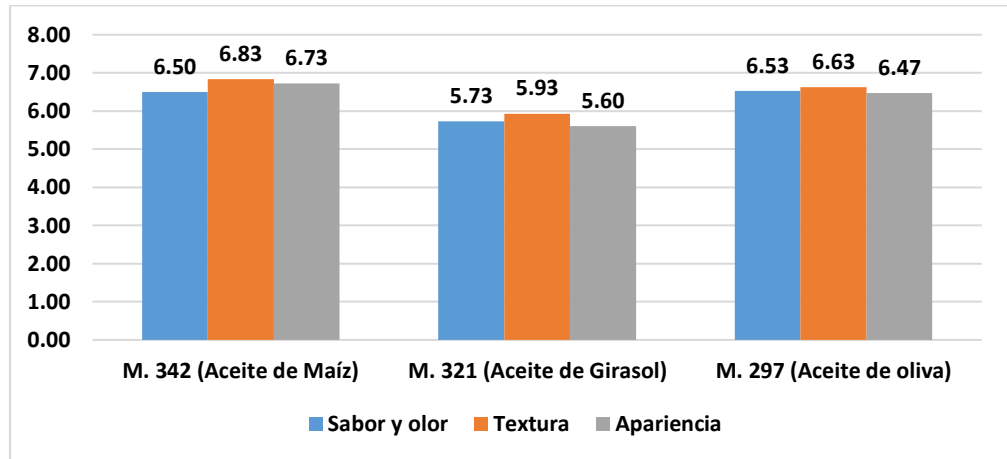


Figura 33. Análisis sensorial de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceites

Se puede apreciar que las hojuelas fritas con aceite de maíz y de oliva tienen los valores más altos de aceptabilidad.

Luego se procede a evaluar atributo por atributo considerando primero el atributo Sabor y Olor

Cuadro 53. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Panelista	Muestra 342 (Aceite de maíz)	Muestra 321 (Aceite de Girasol)	Muestra 297 (Aceite de Oliva)
1	6	6	6
2	6	5	7
3	6	6	6
4	6	5	7
5	7	6	6
6	7	6	7
7	7	6	6
8	6	5	7
9	6	5	7
10	6	5	7
11	6	5	7
12	7	6	6
13	6	6	6
14	7	6	7
15	6	6	6
16	7	6	7
17	6	6	7
18	7	5	7
19	6	6	6
20	7	6	6
21	7	6	6
22	7	6	7
23	6	6	7
24	6	6	7
25	7	6	7
26	7	6	6
27	7	5	6
28	7	6	7
29	7	6	6
30	6	6	6
Total	6.50	5.73	6.53

Con los resultados obtenidos del análisis sensorial considerando el atributo sabor y olor se procedió a graficar.

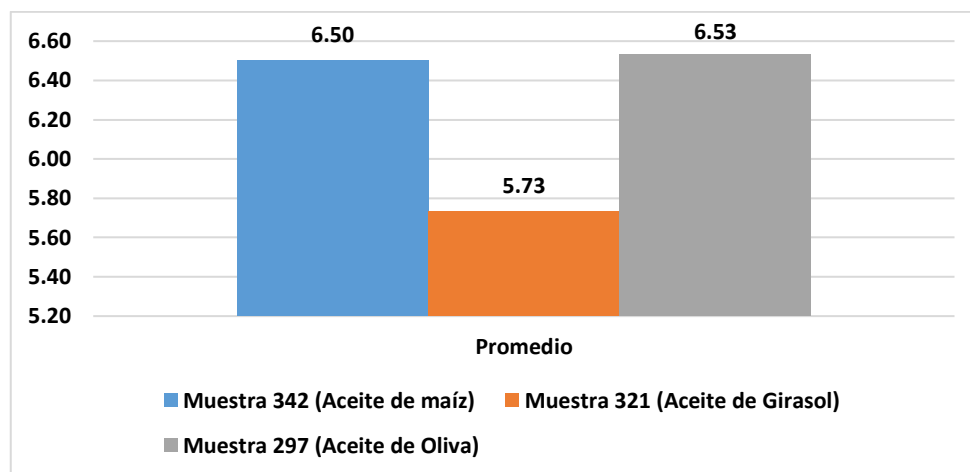


Figura 34. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceite

Se procedió a realizar la prueba de Friedman para determinar si existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de aceites para el frito de hojuelas de pota al evaluar el sabor y olor de la misma.

Cuadro 54. Rango promedio de la prueba sensorial de Sabor y Olor

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 342 (Aceite de Maíz)	2,33
Muestra 321 (Aceite de Girasol)	1,37
Muestra 297 (Aceite de oliva)	2,30

Cuadro 55. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

N	30
Chi-cuadrado	27,443
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 55, se puede notar claramente que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, lo cual da a conocer que existen diferencias significativas en el experimento, es decir el tipo de aceite

tiene efectos significativamente diferente en el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferente tipo de aceite, para determinar cuál de las muestras analizadas es diferente se procedió a realizar la prueba de Tukey a cada uno de los resultados de dicha prueba que son mostrados a continuación:

Cuadro 56. Prueba de Tukey para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Tipos de Aceite	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2,00	30	5,7333	
1,00	30		6,5000
3,00	30		6,5333
Significancia		1,000	,962

En el cuadro 56, se puede notar que existe un solo tratamiento con un puntaje bajo, siendo en este caso la hojuela elaborada con aceite de oliva.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se decide escoger como mejor tratamiento entre las dos formulaciones que se encuentran en el segundo subconjunto (Hojuelas fritos con aceite de maíz y aceite de oliva), las hojuelas fritas con aceite de maíz debido a que su sabor y olor es característico mientras que las hojuelas fritos con aceite de oliva tiene un aroma muy intenso, por otro lado, también se consideró el costo del aceite debido a que el aceite de oliva tiene mayor costo.

De acuerdo a (Valdiviezo Rodríguez, 2014), el aceite de maíz es muy utilizado en los restaurantes para sustituir al aceite de oliva (más caro). El aceite de maíz refinado, el más habitual de encontrar, tiene un color pálido, es poco aromático y su acidez es baja, se puede usar para potenciar otros sabores, freír, rehogar, etc., soporta bien las altas temperaturas.

Considerando el atributo textura los resultados fueron como sigue:

Cuadro 57. Análisis sensorial del atributo textura de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Panelista	Muestra 342 (Aceite de maíz)	Muestra 321 (Aceite de Girasol)	Muestra 297 (Aceite de Oliva)
1	7	6	7
2	7	7	7
3	7	7	7
4	7	6	7
5	6	7	7
6	7	5	7
7	7	6	6
8	6	6	7
9	7	6	6
10	6	6	7
11	7	6	7
12	7	6	7
13	7	6	7
14	7	5	7
15	7	6	6
16	7	6	7
17	7	6	7
18	7	6	6
19	7	6	7
20	7	6	6
21	7	6	6
22	6	6	6
23	6	6	7
24	7	5	6
25	7	6	6
26	7	5	7
27	7a	6	6
28	7	6	6
29	7	6	7
30	7	5	7
Total	6.83	5.93	6.63

Con los resultados obtenidos tenemos el siguiente gráfico:

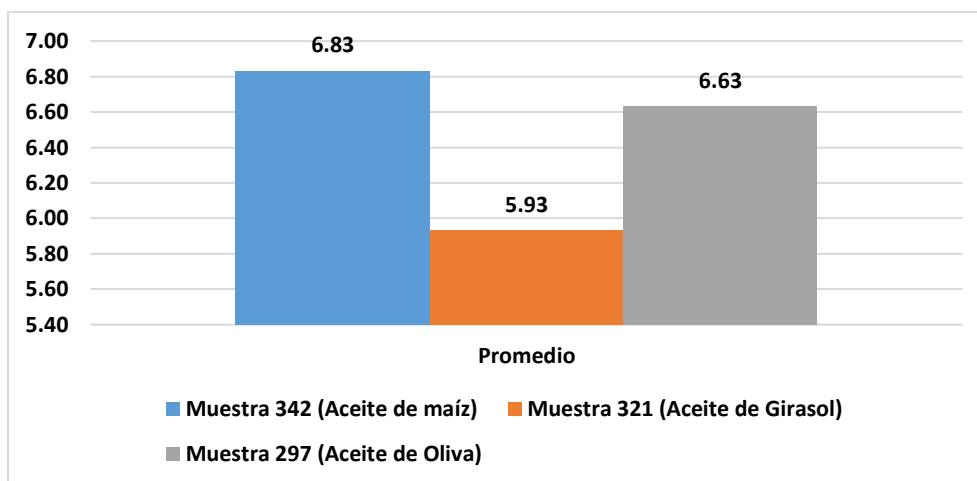


Figura 35. Análisis sensorial del atributo textura de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Luego con los resultados obtenidos se procedió a realizar el análisis del atributo de textura del producto final mediante la prueba de Friedman.

Cuadro 58. Rango promedio de la prueba sensorial de textura de las hojuelas de pota con harina de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 342 (Aceite de Maíz)	2,47
Muestra 321 (Aceite de Girasol)	1,35
Muestra 297 (Aceite de oliva)	2,18

Cuadro 59. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceites

N	30
Chi-cuadrado	29,585
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 59, se puede notar claramente que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que realizando la fritura de las hojuelas con diferentes tipos de aceite se obtienen una textura diferente para las hojuelas.

Para determinar el tipo de aceite que otorga mejor textura a las hojuelas, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 60. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Tipos de Aceite	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2,00	30	5,9333	
1,00	30		6,6333
3,00	30		6,8333
Significancia		1,000	,227
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000			

En el cuadro 60, se puede notar que existen dos subconjuntos, lo que da a entender que existen similitudes entre algunos tipos de aceite. Para ello se decide escoger el segundo subconjunto, por encontrarse en el mismo los más altos puntajes. En dicho subconjunto están los aceites de maíz y oliva.

Por razones sensoriales, se decide escoger como mejor tratamiento la formulación que considera la fritura con aceite de maíz, tratamiento con el cual se obtiene una textura crocante, adecuada para las hojuelas.

Con respecto al atributo apariencia las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritas con diferentes tipos de aceite sus resultados fueron:

Cuadro 61. Análisis sensorial del atributo Apariencia de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Panelista	Muestra 342 (Aceite de maíz)	Muestra 321 (Aceite de Girasol)	Muestra 297 (Aceite de Oliva)
1	7	6	6
2	7	6	6
3	7	5	6
4	7	6	7
5	7	5	7
6	6	6	6
7	7	6	6
8	7	6	7
9	7	6	6
10	6	6	7
11	7	6	6
12	6	6	7
13	7	6	6
14	7	6	7
15	7	5	6
16	7	6	7
17	6	5	6
18	6	6	7
19	7	5	7
20	7	6	7
21	7	6	7
22	7	5	7
23	7	5	6
24	6	5	6
25	6	5	6
26	6	5	6
27	7	6	7
28	7	5	6
29	7	5	6
30	7	6	7
Total	6.73	5.60	6.47

Con los resultados obtenidos tenemos la siguiente figura:

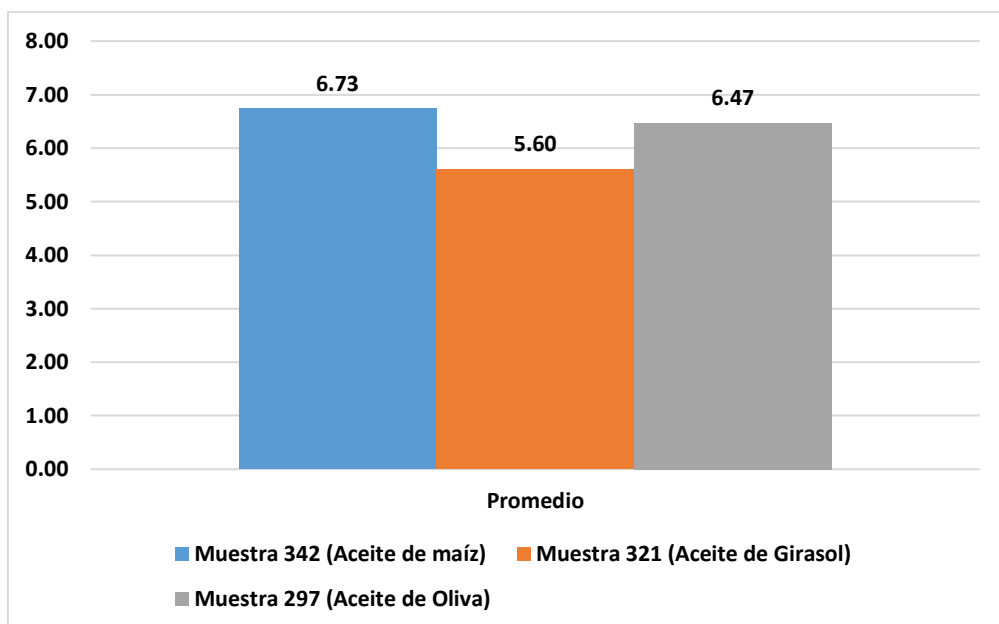


Figura 36. Análisis sensorial del atributo Apariencia de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Con los resultados del Cuadro 61, se procedió a realizar la respectiva prueba de Friedman para determinar si existen diferencias significativas del frito con diferentes tipos de aceite al evaluar la Apariencia de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceite.

Cuadro 62. Rango promedio de la prueba sensorial de apariencia de las hojuelas de pota con harina de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 342 (Aceite de Maíz)	2,57
Muestra 321 (Aceite de Girasol)	1,18
Muestra 297 (Aceite de oliva)	2,25

Cuadro 63. Prueba de Friedman para la apariencia de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceites

N	30
Chi-cuadrado	41,109
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 63, se puede notar que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que al menos una muestra es diferente. Pero como se puede observar se tiene dos muestras que pueden ser iguales para ello, se procede a realizar una prueba de Tukey para elegir una muestra.

Cuadro 64. Prueba de Tukey para la apariencia de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con diferentes tipos de aceites

Tipos de Aceite	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2,00	30	5,6000	
1,00	30		6,4667
3,00	30		6,7333
Significancia		1,000	,090
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000			

En el cuadro 64, se puede notar que existe un solo tratamiento con un puntaje bajo, siendo en este caso del uso del aceite de Girasol, se decide escoger como mejor tratamiento entre los dos tipos de aceite para el frito que se encuentran en el segundo subconjunto (Frito con aceite de maíz y aceite de oliva), considerando la prueba de aceptabilidad se consideró como mejor variable el frito con aceite de maíz.

Por otro lado también se consideró lo indicado por (Valdiviezo Rodríguez, 2014), quien indica que en los establecimientos se recomienda emplear aceite

vegetales con alto contenido en ácido oleico, ya sea de oliva o girasol “alto oleico”, el ácido oleico es el componente natural del aceite de oliva que lo convierte en el más estable para las frituras.

Al respecto FAO/OMS, 1997; Tirado et al., 2012 y Valenzuela et al., 2003; mencionados por (Montes O, y otros, 2016), indican que la calidad del aceite es un aspecto importante a considerar en la formación de compuestos de degradación. Los aceites de alto contenido de ácido oleico presentan mayor estabilidad en su estructura química al someterlos a altas temperaturas, entre estos se destacan el aceite de oliva y aceites modificados genéticamente como el de girasol y cártamo.

Según algunos autores el tipo de aceite, oliva o girasol, utilizado en el proceso de fritura, no parece estar relacionado con el contenido de acrilamida de patatas “chipss” (Mesías y Morales, 2015); mencionados por (Cámara Hurtado, y otros, 2017). Sin embargo, otros autores observaron un contenido de acrilamida mayor en patatas fritas en aceite de palma que en aceite de girasol o aceite de colza (Gertz y Klostermann, 2002); mencionados por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), y también en aceite de oliva con respecto al aceite de maíz (Becalski et al., 2003; mencionados por (Cámara Hurtado, y otros, 2017).

Las diferencias observadas entre diferentes tipos de aceite pueden estar relacionadas con su contenido en ácidos grasos poliinsaturados, los cuales estarían implicados en la formación de acrilamida por otras vías alternativas de la reacción de Maillard (Marchettini et al., 2013); mencionados por (Cámara Hurtado, y otros, 2017).

Napolitano et al., (2008); mencionados por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), han estudiado el efecto de la composición fenólica del aceite de oliva en la formación de acrilamida en patatas fritas, y Jin et al., (2013); mencionados por (Cámara Hurtado, y otros, 2017), tras una completa revisión de los resultados publicados, concluyen que el papel de los agentes antioxidantes presentes en el aceite de fritura en el proceso de formación de acrilamida es complejo y todavía no existen datos concluyentes.

Considerando el producto final, los antecedentes y el contenido de acrilamida se optó como mejor variable a las hojuelas de papa con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz, debido a que con respecto al contenido de ácido oleico es intermedio entre el aceite de oliva y girasol.

4.2.4. Experimento N°4. Determinación de temperatura de fritado para minimizar el contenido de acrilamida

Para este experimento se realizó el fritado en aceite de maíz a tres temperaturas diferentes con el objetivo de minimizar el contenido de acrilamida.

Muestra 583: Temperatura 140°C

Muestra 411: Temperatura 160°C

Muestra 342: Temperatura 180°C

Los tratamientos generados en el presente experimento fueron evaluados en primer lugar por el contenido de Acrilamida mediante el método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC) (Ver Anexo L), el cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 65. Contenido de Acrilamida en hojuelas de papa con arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas de fritado

Temperatura de fritado	Contenido de Acrilamida (µg/kg)
Muestra 583 (140°C)	< 0.001
Muestra 411 (160°C)	< 0.001
Muestra 342 (180°C)	17.25

Fuente Laboratorio de ensayo y control de calidad de Universidad Católica Santa María, 2018

En el Cuadro 65, se puede apreciar como varía el contenido de acrilamida de acuerdo con la temperatura a la cual se fríe las hojuelas de papa con harina de arroz integral; se puede apreciar que las hojuelas fritas a 140°C y 160°C nos dan valores de acrilamida más bajos (< 0.001 µg/kg).

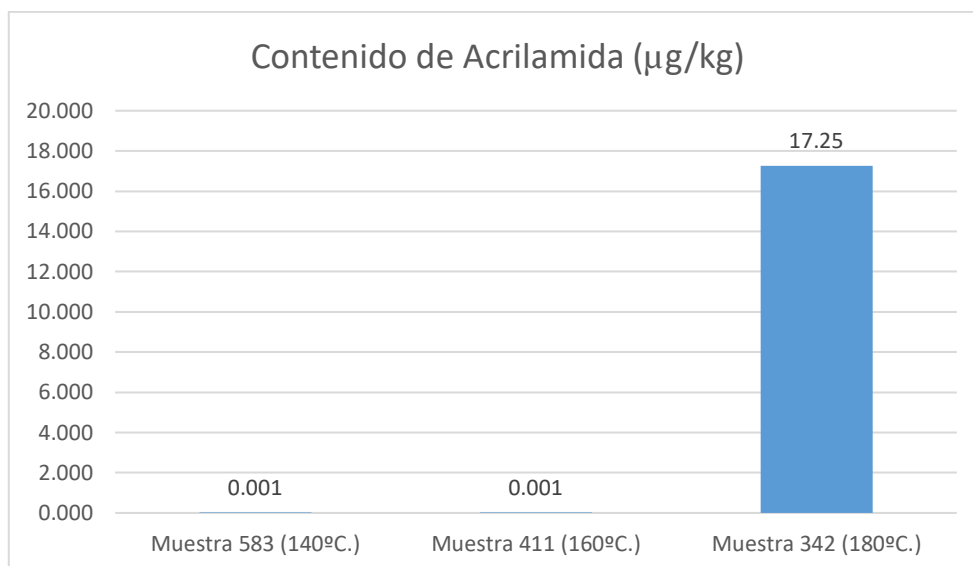


Figura 37. Contenido de Acrilamida en hojuelas de papa con harina de arroz integral fritos en aceite de maíz a diferentes temperaturas de fritado

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede confirmar lo que indica Varela, 1996; mencionado por (Montes O, y otros, 2016), existen múltiples factores que afectan el proceso de absorción de aceite, como la temperatura: no tiene ningún efecto significativo entre 150°C y 180°C, cuando mayor sea la temperatura, menor será la absorción de aceite en la superficie y por el contrario, un exceso en la absorción de aceite puede ser consecuencia de bajas temperaturas, esto concuerda con lo señalado por la FAO/OMS, 1997; mencionado por (Montes O, y otros, 2016), que la fritura en aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180°C.

Posteriormente las hojuelas de papa con harina de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas fueron evaluadas por 30 panelistas, los cuales, haciendo uso de una escala hedónica de 7 puntos dieron a conocer sus apreciaciones en función a los atributos (Sabor - olor, textura y apariencia) (Ver Anexo M).

Los resultados del mencionado análisis sensorial son presentados en el Cuadro 66.

Cuadro 66. Análisis sensorial de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Panelistas	Muestra 583 (140°C)			Muestra 411 (160°C)			Muestra 342 (180°C)		
	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia	Sabor y olor	Textura	Apariencia
a1	5	5	5	6	6	6	7	7	6
2	5	5	5	5	5	6	6	7	7
3	5	6	5	6	6	6	7	6	6
4	5	5	6	6	6	6	6	6	7
5	5	5	5	6	7	7	7	6	7
6	5	6	5	6	6	6	7	6	7
7	5	6	5	6	5	6	6	6	7
8	5	5	6	6	6	6	7	7	6
9	5	5	6	6	6	6	7	6	7
10	5	5	6	6	6	6	6	6	7
11	5	5	6	6	6	7	7	7	7
12	5	5	5	6	6	6	7	7	6
13	6	6	6	6	6	7	7	7	7
14	5	5	5	6	6	7	7	7	7
15	5	5	5	6	6	6	7	6	6
16	5	5	5	6	6	6	7	7	5
17	5	5	5	6	7	7	7	7	6
18	5	6	5	7	6	6	6	6	7
19	5	5	5	6	7	6	6	6	7
20	5	6	5	6	6	6	7	7	7
21	5	5	6	6	5	6	6	6	7
22	6	5	5	6	6	6	7	6	7
2a3	5	5	5	6	6	7	7	6	6
24	5	6	6	6	7	7	6	6	6
25	6	6	6	6	6	6	7	7	7
26	5	6	6	6	7	7	7	6	7
27	5	5	5	6	7	6	7	6	6
28	5	5	5	6	6	6	7	7	7
29	5	5	5	6	6	6	7	7	7
30	5	5	5	6	7	7	7	6	7
Prom.	5.10	5.30	5.33	6.00	6.13	6.30	6.73	6.43	6.63

Con los resultados obtenidos luego del análisis sensorial se procedió a realizar la gráfica siguiente:

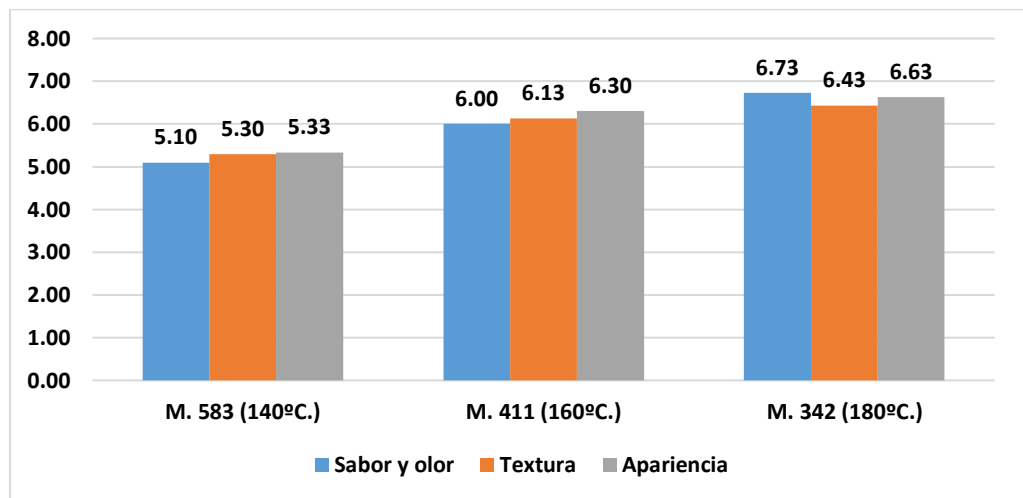


Figura 38. Análisis sensorial de hojuelas de papa con harina de arroz integral fritas en aceite de maíz a diferentes temperaturas de fritado

De acuerdo a la gráfica obtenido se puede apreciar que las hojuelas fritas con aceite de maíz a 180°C tienen mayor aceptabilidad comparado a las otras variables.

Las hojuelas fritas a 160°C también tiene aceptabilidad la diferencia con respecto a la anterior variable es mínima

Las hojuelas fritas a 140°C no tiene aceptabilidad debido a que sus características organolépticas no son aceptables.

Luego, utilizando los resultados del Cuadro 66, se procedió a realizar la prueba de Friedman para demostrar diferencias entre los tratamientos (Diferentes temperaturas de fritado) en función a los atributos sensoriales evaluados, se consideró primeramente el atributo Sabor – Olor.

Cuadro 67. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Panelista	Muestra 583 (140°C)	Muestra 411 (160°C)	Muestra 342 (180°C)
1	5	6	7
2	5	5	6
3	5	6	7
4	5	6	6
5	5	6	7
6	5	6	7
7	5	6	6
8	5	6	7
9	5	6	7
10	5	6	6
11	5	6	7
12	5	6	7
13	6	6	7
14	5	6	7
15	5	6	7
16	5	6	7
17	5	6	7
18	5	7	6
19	5	6	6
20	5	6	7
21	5	6	6
22	6	6	7
23	5	6	7
24	5	6	6
25	6	6	7
26	5	6	7
27	5	6	7
28	5	6	7
29	5	6	7
30	5	6	7
Total	5.10	6.00	6.73

Se procedió a graficar los datos obtenidos:

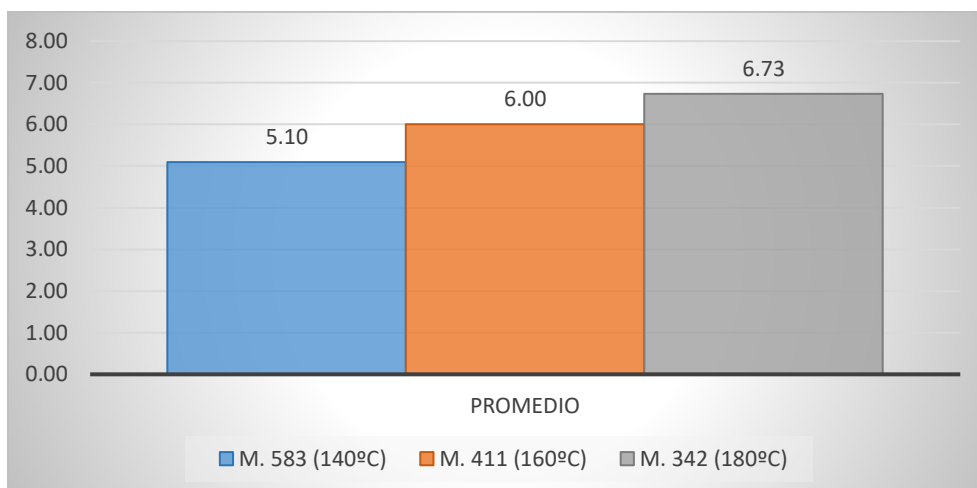


Figura 39. Análisis sensorial del atributo sabor y olor de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Utilizando los resultados del Cuadro 67, se procedió a realizar la prueba de Friedman para demostrar diferencias entre los tratamientos (Diferentes temperaturas de fritado) en función al atributo sensorial evaluado, sabor y olor.

Cuadro 68. Rango promedio de la prueba sensorial de sabor y olor

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 583 (140°C)	1,07
Muestra 411 (160°C)	2,07
Muestra 342 (180°C)	2,87

Cuadro 69. Prueba de Friedman para el sabor y olor de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

N	30
Chi-cuadrado	53,236
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 69, se puede notar claramente que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir

que considerando el frito de hojuelas de papa con harina de arroz integral frito con aceite de maíz a diferentes temperaturas se obtienen un sabor diferente para las hojuelas.

Para determinar que temperatura otorga un sabor y olor diferente a las hojuelas, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 70. Prueba de Tukey para el sabor y olor de las hojuelas de papa con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

HSD Tukey^a				
TR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1,00	30	5,1000		
2,00	30		6,0000	
3,00	30			6,7333
Sig.		1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.				

En el Cuadro 70, al analizar en las tres muestras el atributo sabor y olor, se puede notar la formación de tres subconjuntos, lo cual quiere decir que el sabor y olor de las muestras de hojuelas de papa con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas, son totalmente diferentes no existiendo similitud. Como el ordenamiento de las formulaciones fue de menor a mayor agrado, se decide escoger como mejor tratamiento aquel que haya alcanzado mayor puntaje. Es necesario destacar que la segunda (160°C) y la tercera (180°C) muestra tenían similares puntuaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos entre las dos muestras de mayor aceptación se opta por la tercera variable debido a que según su análisis sensorial presenta mayor promedio de aceptabilidad con respecto al atributo evaluado sabor - olor y el contenido de acrilamida es 17,25 µg/Kg.

Seguidamente se evaluó el atributo textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral frito con aceite de maíz a diferentes temperaturas.

Cuadro 71. Análisis sensorial del atributo textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Panelista	Muestra 583 (140°C)	Muestra 411 (160°C)	Muestra 342 (180°C)
1	5	6	7
2	5	5	7
3	6	6	6
4	5	6	6
5	5	7	6
6	6	6	6
7	6	5	6
8	5	6	7
9	5	6	6
10	5	6	6
11	5	6	7
12	5	6	7
13	6	6	7
14	5	6	7
15	5	6	6
16	5	6	7
17	5	7	7
18	6	6	6
19	5	7	6
20	6	6	7
21	5	5	6
22	5	6	6
23	5	6	6
24	6	7	6
25	6	6	7
26	6	7	6
27	5	7	6
28	5	6	7
29	5	6	7
30	5	7	6
Total	5.30	6.13	6.43

Con los resultados obtenidos tenemos la siguiente figura:

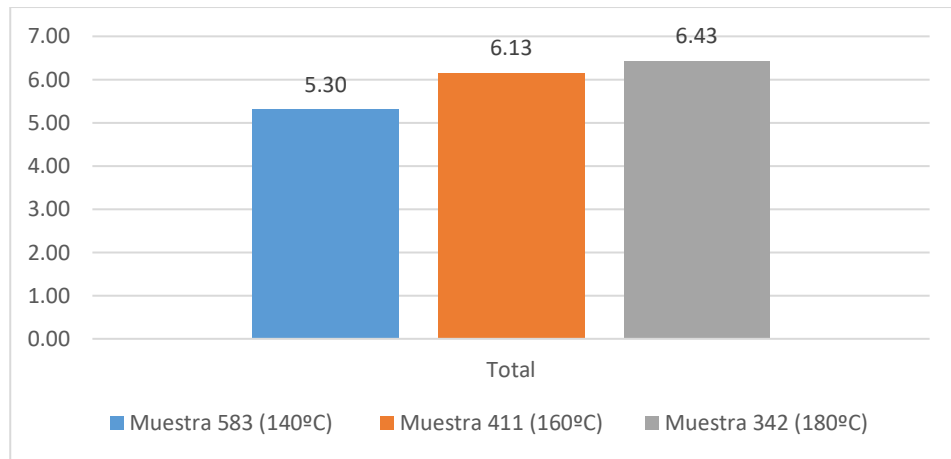


Figura 40. Análisis sensorial del atributo textura de hojuela de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Luego con los resultados obtenidos se procedió a realizar el análisis del atributo de textura del producto final mediante la prueba de Friedman.

Cuadro 72. Rango promedio de la prueba sensorial de textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 583 (140°C)	1,27
Muestra 411 (160°C)	2,20
Muestra 342 (180°C)	2,53

Cuadro 73. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

N	30
Chi-cuadrado	33.376
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 73, se puede notar claramente que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que realizando la fritura de las hojuelas a diferentes temperaturas se obtienen una textura diferente para las hojuelas.

Para determinar la temperatura de fritado de las hojuelas de pota con harina de arroz, que otorga mejor textura a las hojuelas, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 74. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Tipos de Aceite	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1,00	30	5,3000	
2,00	30		6,1333
3,00	30		6,4333
Significancia		1,000	,068
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000			

En el Cuadro 74, se puede notar que existen dos subconjuntos, lo que da a entender que existen similitudes entre algunos tipos de aceite.

Se puede observar que la tercera variable (180°C) presenta mayor promedio de aceptación, con respecto a la segunda variable por lo que se decidió por esta variable de fritura a 180°C que presento 17,25 µg/kg de acrilamida; se descartó las hojuelas fritas a 140°C debido a que la textura que presentaba no era agradable ni aceptable por los panelistas. Con respecto a la segunda variable tiene acrilamida menor pero su aceptabilidad es menor que la tercera variable.

Seguidamente se realiza lo mismo para el atributo Apariencia de las hojuelas de pota con arroz integral.

Cuadro 75. Análisis sensorial del atributo apariencia de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Panelista	Muestra 583 (140°C)	Muestra 411 (160°C)	Muestra 342 (180°C)
1	5	6	6
2	5	6	7
3	5	6	6
4	6	6	7
5	5	7	7
6	5	6	7
7	5	6	7
8	6	6	6
9	6	6	7
10	6	6	7
11	6	7	7
12	5	6	6
13	6	7	7
14	5	7	7
15	5	6	6
16	5	6	5
17	5	7	6
18	5	6	7
19	5	6	7
20	5	6	7
21	6	6	7
22	5	6	7
23	5	7	6
24	6	7	6
25	6	6	7
26	6	7	7
27	5	6	6
28	5	6	7
29	5	6	7
30	5	7	7
Total	5.33	6.30	6.63

Se procedió a graficar los datos obtenidos:

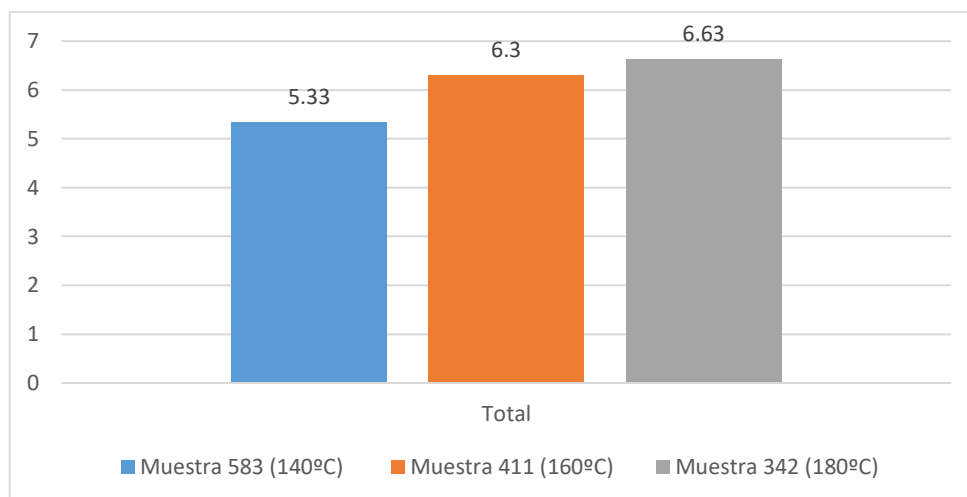


Figura 41. Análisis sensorial del atributo apariencia de hojuela de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Luego con los resultados obtenidos se procedió a realizar el análisis del atributo apariencia de las hojuelas mediante la prueba de Friedman.

Cuadro 76. Rango promedio de la prueba sensorial de textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Rangos	
Atributo	Rango promedio
Muestra 583 (140°C)	1,15
Muestra 411 (160°C)	2,23
Muestra 342 (180°C)	2,62

Cuadro 77. Prueba de Friedman para la textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

N	30
Chi-cuadrado	42,510
Gl	2
Sig. Asintótica	,000

Como se puede ver en el Cuadro 77, se puede notar claramente que la significancia encontrada de 0,000 es menor al 5%, con lo cual se puede decir que realizando la fritura de las hojuelas a diferentes temperaturas se obtienen una apariencia diferente para las hojuelas.

Para determinar la temperatura de fritado de las hojuelas de pota con harina de arroz, que otorga mejor apariencia a las hojuelas, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 78. Prueba de Tukey para la textura de las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas

HSD Tukey^a				
TR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1,00	30	5,3333		
2,00	30		6,3000	
3,00	30			6,6333
Sig.		1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.				

En el Cuadro 78, se puede notar la formación de tres subconjuntos al ser analizadas las tres muestras el atributo apariencia, lo cual quiere decir que la apariencia de las muestras de hojuelas de pota con harina integral de arroz fritos con aceite de maíz a diferentes temperaturas, son totalmente diferentes no existiendo similitud. Como el ordenamiento de las formulaciones fue de menor a mayor agrado, se observa que la muestra 3 tiene mayor puntaje, el cual es frito a 180°C y tiene acrilamida 17.25 µg/kg el que le sigue la segunda variable la muestra frita a 160°C cuyo contenido de acrilamida es <0.001 µg/kg.

Cabe resaltar que la primera variable su apariencia no es agradable debido a que se presentaba grasosa como que aún tenía residuos de grasa.

Según (Organización Mundial de la Salud, 2005), la acrilamida se forma cuando ciertos alimentos, en particular alimentos de origen vegetal ricos en hidratos de carbono y pobres en proteínas, se cocinan a altas temperaturas, por ejemplo, friéndolos, asándolos u horneándolos, generalmente a más de 120°C. En los países donde se dispone de datos, los principales alimentos que contribuyen a la exposición a la acrilamida son las patatas fritas de bolsa, el café y los productos a base de cereales (bollería y galletas dulces, panes y tostadas).

La cantidad de acrilamida puede variar enormemente en un mismo alimento según distintos factores, entre ellos la temperatura y el tiempo de cocción, por esa razón, los expertos del Comité afirmaron que no era posible recomendar que cantidades de determinados alimentos que contienen la sustancia pueden consumirse sin riesgo para la salud (Organización Mundial de la Salud, 2005).

Según la (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017), los EEA, recomiendan a los usuarios finales mantener las temperaturas entre 160° y 175°C al freír, y entre 180° a 220°C cuando se utilice el horno; puede utilizarse temperaturas más bajas si está encendido el ventilador.

Según, (Santos Lara, 2017), analizó un total de 45 muestras de tostada e tortillas de maíz horneadas y fritas, la concentración más baja corresponde a las más pequeñas y redondas con un intervalo de concentración de 115,66 a 197,34 µg/kg, el mayor contenido del contaminante encontraron en el grupo de tostadas y horneadas que presentó una concentración de 154,18 a 266,53 µg/kg y una media que superó el valor recomendado por la Unión Europea (UE) en productos de maíz, este resultado se podría relacionar con los que se someten a condiciones más intensas de temperatura, en comparación al resto de tostadas.

Por otro lado, según (Calvo, Carranco, Salinas, & Carrillo, 2016), reducir la temperatura y el tiempo de cocción es la primera opción debido a que la reacción de Maillard empieza cuando los alimentos son sometidos al calor. Sin embargo, dicha reacción también genera el olor y sabor agradable de los alimentos, por lo que las propiedades sensoriales de los alimentos podrían

convertirse en inaceptables si se reduce sustancialmente la temperatura o el tiempo de cocción.

Según Tareke y col., 2002; mencionados por (Arribas, 2013), los factores de mayor importancia en la formación de acrilamida en los alimentos son la temperatura y el contenido final de humedad. La formación de acrilamida se inicia a temperaturas superiores a 120°C y alcanza un máximo alrededor de 170° a 180°C, Sin embargo, a altas temperaturas (180°C-200°C), el aumento drástico de los niveles de acrilamida es seguido por una rápida disminución de estos debido a las reacciones de degradación de la acrilamida.

Obviamente, el descenso en la temperatura de fritura se traduce en una menor cantidad de acrilamida, pero se producen efectos negativos en la calidad del producto, como una mayor absorción de grasa y una peor textura (Romani y col., 2008); mencionado por (Arribas, 2013), de acuerdo a los resultados obtenidos la variable 1, considerando una temperatura 140°C, nuestro producto presenta una apariencia muy grasosa.

Haase et al., (2003); mencionado por (Muñoz Quintero, 2007), señalaron que disminuyendo la temperatura de fritura de las hojuelas de papas de 185° a 165°C, era posible reducir la formación de la acrilamida a la mitad.

Con respecto a la temperatura, estudios de distintos autores demostraron que el límite inferior para la formación de acrilamida es de 120°C (Mottran et al., 2002; Stadler et al., 2002; Becalski et al., 2003); mencionados por (Muñoz Quintero, 2007).

Thanatuksorn et al., mencionado por (Montes O, y otros, 2016), plantearon que la harina modificada por un tratamiento de molienda tiene poros más grandes y menor contenido de humedad, por lo que hay menor penetración de aceite al final del proceso, destacando que las masas hechas de harina de arroz de grano largo retienen menos aceite durante la fritura que las masas hechas de harina de trigo. El utilizar agentes espesantes a base de arroz como aditivos, es una buena estrategia para disminuir la absorción de aceite, mejorar la consistencia y viscosidad de las masas hechas de harina de arroz de grano largo. Particularmente la harina de arroz de grano largo gelatinizada y ésteres de

almidón de arroz de grano largo fosforilados, pueden ser eficaces en la mejora de las propiedades reductoras de la absorción de aceite, debido a la viscosidad de esta masa. Se ha demostrado que la absorción de aceite es 50% menor en alimentos rebozados en base a harina de arroz, en comparación con harina de maíz o trigo. Además, se encontró que la formación de acrilamida era tres veces mayor en este último. Shih et al., mencionado por (Montes O, y otros, 2016).

Estos datos reflejan un aumento considerable en relación a los índices normales de consumo. Al considerar la acrilamida como un riesgo para la salud, surge la idea de realizar un estudio en adolescentes de educación básica secundaria, siendo una población vulnerable en cuanto a la elección de alimentos.

Asimismo, según (Muñoz Quintero, 2007), El consumo de asparagina en la reacción de Maillard aumentó al incrementarse la temperatura de fritura, por lo que la temperatura de fritura es el factor físico más importante en la formación de acrilamida.

Luego de implementar medidas de mitigación como el lavado de la pulpa con ácido cítrico, el empleo de harina de arroz integral, el empleo del tipo de aceite y las temperaturas de fritado en cada uno de las etapas del proceso de hojuelas evitando que estos cambios de proceso afecten las características sensoriales del producto final, el resultado final fue hojuelas de papa lavado con ácido cítrico y bicarbonato de sodio, elaboradas con harina de arroz integral fritados en aceite de maíz a 180°C., con 17,25 µg/kg de acrilamida.

4.2.5. Experimento N°5. Determinación del tiempo de Vida Útil

En el presente experimento el objetivo fue encontrar la vida útil del producto elaborado. En tal sentido, se utilizó para lograr dicho fin las pruebas aceleradas de vida en anaquel, considerándose tres temperaturas diferenciadas entre sí 10°C (30°C, 40°C y 50°C), temperaturas que fueron reguladas en las cámaras de pruebas aceleradas (Ver anexo N).

El índice que se consideró como determinante para la vida útil de las hojuelas es el índice de peróxidos, ya que se buscó determinar la influencia de la oxidación de la grasa del producto elaborado, midiéndose el índice cada media

hora, estas pruebas se realizaron considerando el límite del índice de peróxidos para alimentos fritos de 5 mili equivalente por kilogramo de peróxidos, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 209.226, 1984 (revisada el 2016).

Según (Casp, 1999 y Rondón et al., 2004); mencionados por (García Baldizón & Molina Córdoba, 2008), Para determinar la vida útil de un alimento o producto, primero deben identificarse las reacciones químicas o biológicas que influyen en la calidad y seguridad del mismo, considerando la composición del alimento y el proceso a que es sometido y se procede a establecer las reacciones más críticas en la calidad; por lo que para evaluar el tiempo de vida útil para las hojuelas de pescado que es sometido a fritura se consideró el índice de peróxidos. Por otro lado, los productos extruidos o fritos son generalmente susceptibles a la oxidación de los lípidos debido a su bajo contenido de humedad, por lo tanto, la prueba indicada es determinar el índice de peróxidos

Los resultados del comportamiento del índice de peróxidos durante las pruebas aceleradas se presentan a continuación.

Cuadro 79. Índice de Peróxido de hojuelas de pota con harina integral de arroz frito con aceite de maíz a 180°C

Tiempo (horas)	Índice de Peróxidos (meq/kg)		
	30°C	40°C	50°C
0	0.01	0.01	0.01
0.5	0.28	0.64	1.27
1	0.82	0.94	1.54
1.5	1.04	1.15	1.79
2	1.18	1.29	1.86
2.5	1.34	1.49	2.06
3	1.47	1.76	2.13
3.5	1.94	2.03	2.5
4	2.27	2.34	2.91
4.5	2.31	2.41	2.98
5	2.88	2.92	3.39
5.5	2.95	3.23	3.9
6	3.36	3.74	4.37
6.5	3.89	4.07	4.84
7	4.26	4.34	5.31

Se puede observar que la tendencia de la formación de peróxidos es directamente proporcional al tiempo y temperatura; se observa que cambia el olor y sabor del producto lo cual está confirmado por (Potter, 1978; Kuntz, 1991); mencionados por (García Baldizón & Molina Córdoba, 2008); quien indica que la vida útil de un producto depende de factores ambientales, de la humedad, de la temperatura de exposición, del proceso térmico al que se somete y de la calidad de las materias primas, entre otros. El efecto de estos factores se manifiesta como el cambio en las cualidades del alimento que evitan su venta: cambio de sabor, color, textura o pérdida de nutrientes, se refiere que el final de la vida útil de un producto se alcanza cuando ya no mantiene las cualidades requeridas para que el consumidor final lo utilice.

Con los resultados del cuadro anterior se calcula el logaritmo natural del índice de peróxidos en un determinado tiempo en función al índice de peróxidos inicial. Los resultados se presentan en el cuadro 80.

Cuadro 80. Logaritmo natural del índice de peróxidos

Tiempo (horas)	Ln (IP/IP ₀)		
	30°C	40°C	50°C
0	0	0	0
0.5	3.33220451	4.15888308	4.84418709
1	4.40671925	4.54329478	5.0369526
1.5	4.6443909	4.74493213	5.18738581
2	4.77068462	4.8598124	5.22574667
2.5	4.8978398	5.00394631	5.32787617
3	4.99043259	5.170484	5.36129217
3.5	5.26785816	5.31320598	5.52146092
4	5.42495002	5.45532112	5.67332327
4.5	5.44241771	5.48479693	5.69709349
5	5.66296048	5.6767538	5.82600011
5.5	5.68697536	5.77765232	5.96614674
6	5.81711116	5.9242558	6.0799332
6.5	5.96357934	6.00881319	6.18208491
7	6.05443935	6.07304453	6.27476202

Con los datos del cuadro anterior se grafica el Ln versus el tiempo de almacenamiento, obteniéndose los siguientes gráficos:

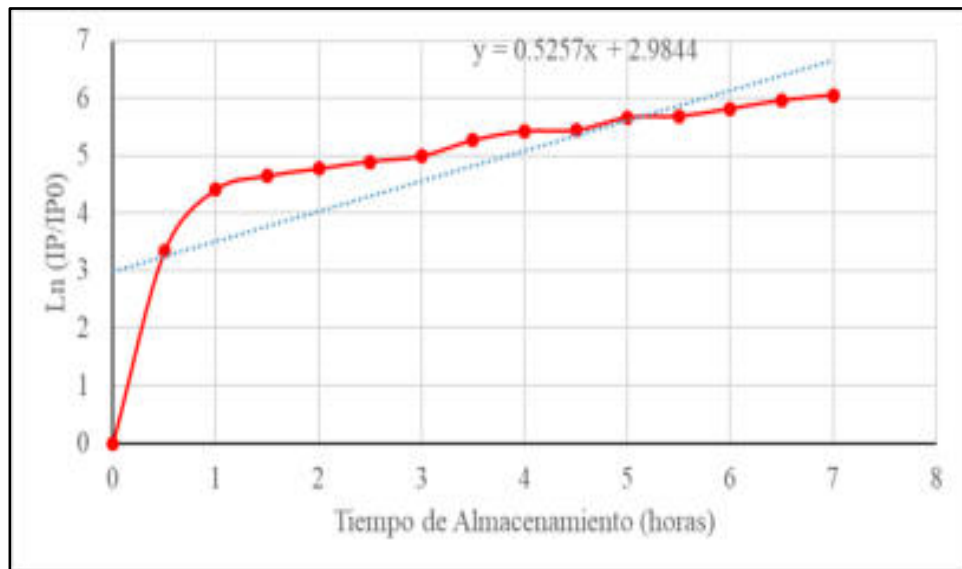


Figura 42. Ln versus el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 30°C

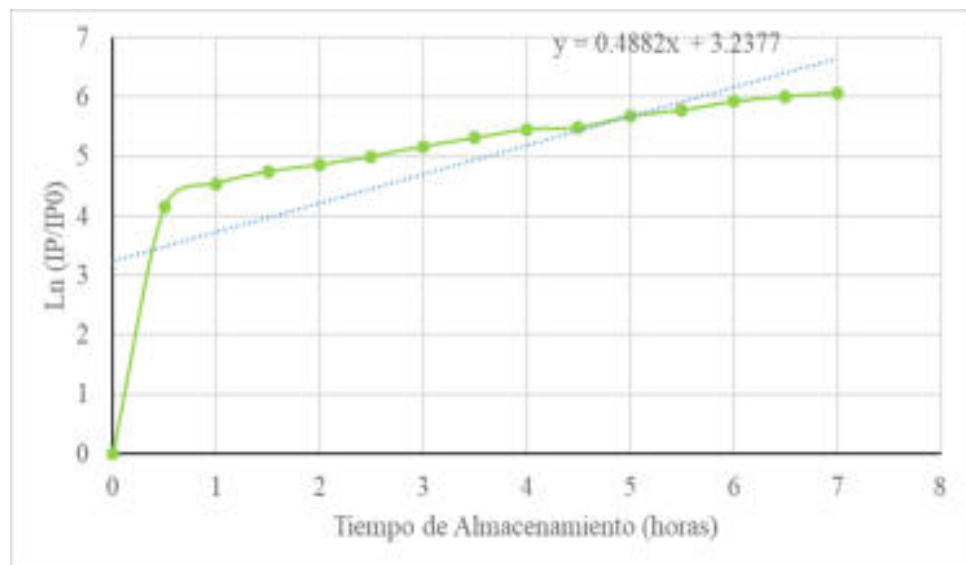


Figura 43. Ln versus el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 40°C

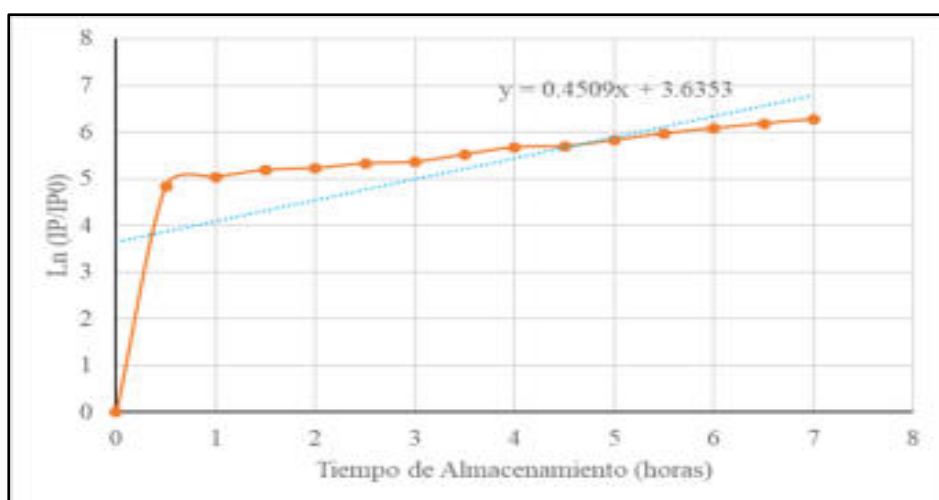


Figura 44. Ln versus el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 50°C

De los gráficos anteriores se saca la pendiente para cada una de las temperaturas, obteniéndose la constante de velocidad de reacción que se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 81. Constante de velocidad de reacción

Temperatura (°C)	30	40	50
Velocidad de constante de reacción (k)	0.5257	0.4882	0.4509

Luego se grafica el logaritmo natural de la constante de reacción versus la inversa de la temperatura en grados kelvin. Obteniéndose el siguiente grafico

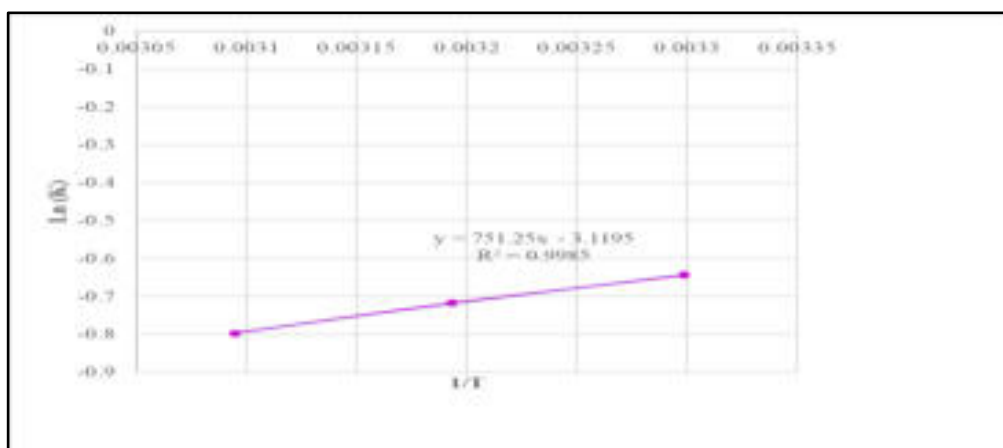


Figura 45. Logaritmo natural de la constante de reacción versus la inversa de la temperatura en grados kelvin

Con los datos de la pendiente y el intercepto se calcula la energía de activación (E_A) y el factor pre-exponencial (k_0)

$$E_A = 1491.9825 \text{ calorías/mol}$$

$$k_0 = 0.04418 \text{ horas}^{-1}$$

Con los valores encontrados, se procede a encontrar la velocidad de reacción para cada una de las temperaturas en estudio

$$k_{30} = 0.003707 \text{ horas}^{-1}$$

$$k_{40} = 0.004012 \text{ horas}^{-1}$$

$$k_{50} = 0.004321 \text{ horas}^{-1}$$

Con los valores anteriores se calcula el tiempo de duración de las hojuelas para cada una de las temperaturas en función al índice de peróxidos

$$t_{30} = 1676.6429 \text{ horas}$$

$$t_{40} = 1549.0742 \text{ horas}$$

$$t_{50} = 1438.2386 \text{ horas}$$

Luego se grafica la temperatura versus el logaritmo natural de los tiempos para cada una de las temperaturas, obteniéndose el siguiente grafico

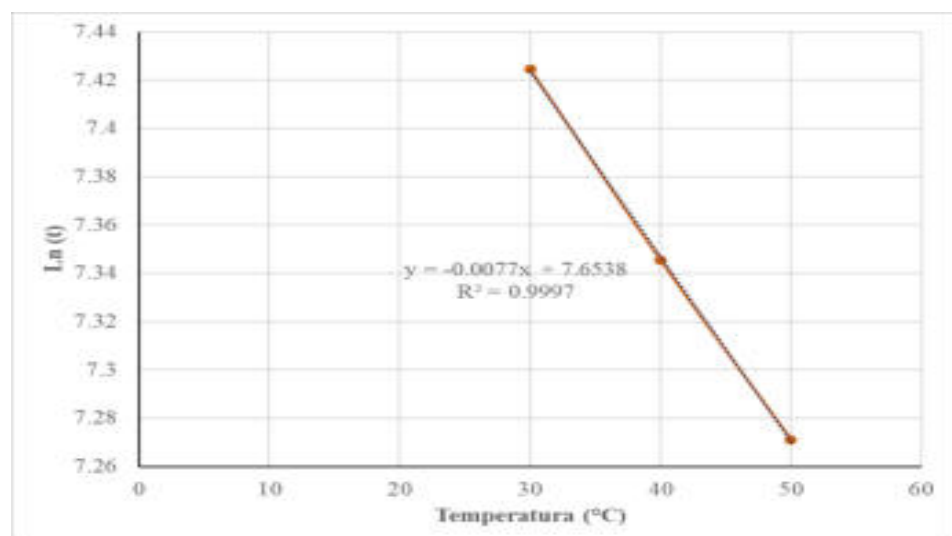


Figura 46. Temperatura versus el logaritmo natural de los tiempos para cada una de las temperaturas

Del gráfico anterior se saca la pendiente y el intercepto de la ecuación de la recta para calcular la vida útil a diferentes temperaturas

$$\text{Vida útil} = e^{(\text{pendiente} * T + \text{intercepto})}$$

Cuadro 82. Vida útil de las hojuelas de pota con arroz integral a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Vida Útil (horas)	Vida Útil (días)	Vida Útil (meses)
1	2092,47	87,19	2,91
2	2076,42	86,52	2,88
4	2044,69	85,20	2,84
6	2013,44	83,89	2,80
8	1982,67	82,61	2,75
10	1952,37	81,35	2,71
12	1922,54	80,11	2,67
14	1893,15	78,88	2,63
16	1864,22	77,68	2,59
18	1835,73	76,49	2,55
20	1807,68	75,32	2,51

En el cuadro 82, se puede notar que la tendencia de la formación de peróxidos es directamente proporcional al tiempo y a la temperatura; dichas sustancias le cambian al producto las características de olor y sabor. Tal como lo menciona Wolfe (1996) quien indica que por incremento de temperatura se aumenta la velocidad de deterioro en función a la oxidación de las grasas.

Teniendo todos los resultados se determinó la velocidad de deterioro (k) para las tres temperaturas en todos los intervalos de tiempo donde se realizó la medición.

De acuerdo con los resultados se puede observar que el producto tendrá una vida útil de 75.32 días equivalente a 2.51 meses.

4.3. RESUMEN RESULTADOS DE EXPERIMENTOS

Cuadro 83. Resumen contenido de acrilamida por experimentos

Experimentos	Variables	Acrilamida (µg/kg)
Experimento 1. Solución adecuada de aditivo químico para el lavado de la pulpa de papa	Muestra 383: 1,5% Bicarbonato de sodio	70.86
	Muestra 432: 1,5% Ácido cítrico	69.41
	Muestra 251: 0,75% Bicarbonato de sodio y 0,75% de ácido cítrico	68.98
Experimento 2: Porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral	Muestra 251 (Arroz integral 00%)	68.98
	Muestra 483 (Arroz integral 10%)	67.23
	Muestra 321 (Arroz integral 20%)	45.23
Experimento 3. Tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final	Muestra 342 (Aceite de Maíz)	17.25
	Muestra 321 (Aceite de Girasol)	45.23
	Muestra 297 (Aceite de oliva)	30.15
Experimento 4. Determinación de temperatura de fritado	Muestra 583: Temperatura 140°C	< 0.001
	Muestra 411: Temperatura 160°C	< 0.001
	Muestra 342: Temperatura 180°C	17.25
Experimento 5. Determinación del tiempo de Vida Útil	Temperatura: 30°C	75.32 días equivalente a 2.51 meses
	Temperatura: 40°C	
	Temperatura: 50°C	

Cuadro 84- Resumen resultados de análisis sensorial por experimentos

Experimentos	Variables	Sabor y olor	Textura	Apariencia
Experimento 1. Solución adecuada de aditivo químico para el lavado de la pulpa de papa	Muestra 383: 1,5% de Bicarbonato de sodio 1	4.03	5.00	5.27
	Muestra 432: 1,5% de ácido cítrico	6.37	6.13	5.93
	Muestra 251: 0,75% de Bicarbonato de sodio y 0,75% de ácido cítrico	4.47	5.50	6.30
Experimento 2: Porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral	Muestra 251 (Arroz integral 00%)	5.63	5.73	5.77
	Muestra 483 (Arroz integral 10%)	6.57	6.57	6.70
	Muestra 321 (Arroz integral 20%)	6.50	6.43	6.60
Experimento 3. Tipo de aceite que logre la reducción de la acrilamida en el producto final	Muestra 342 (Aceite de Maíz)	6.50	6.83	6.73
	Muestra 321 (Aceite de Girasol)	5.73	5.93	5.60
	Muestra 297 (Aceite de oliva)	6.53	6.63	6.47
Experimento 4. Determinación de temperatura de frito	Muestra 583: Temperatura 140°C	5.10	5.30	5.33
	Muestra 411: Temperatura 160°C	6.00	6.13	6.30
	Muestra 342: Temperatura 180°C	6.73	6.43	6.63

4.4. PRODUCTO FINAL

En el cuadro 85, se aprecia el análisis organoléptico de las hojuelas de pota con harina de arroz para lo cual se considera la tabla de análisis organoléptico de hojuelas (Ver Anexo D).

Cuadro 85. Análisis Organoléptico de hojuelas de pota con harina de arroz

CARACTERÍSTICA	EVALUACIÓN
Sabor	Característico
Olor	Característico
Color	Característico
Textura	Crocante
Apariencia	Buena

En el análisis organoléptico de las hojuelas se observó que el producto tiene puntaje de 8,3; según (Guzmán Neyra & Fernández Oblitas, Guía de Práctica de "Tecnología de Productos Alternativos Pesqueros", 2017) "Buena" que deduce que la hojuela tiene textura: crocante, sabor: característico, olor: característico y apariencia general muy buena.

En el Cuadro 86 se puede apreciar el análisis químico proximal de las hojuelas de pota con harina de arroz fritos con aceite de maíz a 180°C (Ver Anexo O)

Cuadro 86. Análisis químico proximal de hojuela de pota enriquecido con harina de arroz integral

COMPONENTES	Hojuelas de pota con arroz integral	Hojuelas dulces de pota (4)	Hojuelas de sardina (5)
Proteínas	14,94	11,43	11,63
Humedad	3,77	2,67	3,67
Grasa	27,16	33,78	26,17
Carbohidratos	51,63	49,94	55,89
Cenizas	2,50	2,18	2,64

Fuente: Laboratorio de Tecnología y Productos Curados (2019)

(4) (Paúcar Villanueva, 2013)

(5) (Esquivel Alarcón, 2004)

Los resultados del análisis químico proximal del producto final en comparación al que presenta una hojuela comercial de la marca Nestlé (7,1% de proteína, Grasa: 3,5% y carbohidratos: 86%), se observa que tiene mayor contenido proteico.

Respecto al contenido de grasa, debido al bajo aporte de grasa por parte de los insumos en la preparación de hojuelas, el producto final presentó más bajo que las hojuelas de quinua (Paúcar Villanueva, 2013) y ligeramente más alto que las hojuelas de sardina (Esquivel Alarcón, 2004)

En cuanto el contenido de humedad, 3,77% se encuentra dentro de los rangos del 3% al 6%; se puede observar que estos valores cumplen los requerimientos de la norma NTP- 209.226.

Según la (Comisión Europea, "Reglamento (UE) 2017/2158", 2017), indica que entre las posibles medidas de mitigación se tiene el tratamiento posterior de la masa, la estacionalidad y el contenido de humedad en el producto final. Cada producto los EEA, deberán especificar el contenido de humedad después de la fritura o la cocción que deberá fijarse a nivel más alto factible para cada línea de producción específica y para cada producto específico, de conformidad con los requisitos de calidad y seguridad alimentaria y teniendo en cuenta la temperatura al salir de la freidora así como la de cocción y la de desecado el contenido de humedad en el producto final no será inferior al 1,0 % en nuestro caso la humedad de nuestro producto es 3,77% por lo tanto cumple con la recomendación dada.

El contenido de carbohidratos es 51,63% lo cual representa un valor intermedio comparando con las hojuelas comerciales desde 46.6-79.9% (Altamira et al., 2006). Como se sabe las únicas fuentes de carbohidratos dentro de la mezcla fueron almidón de papa y harina de arroz integral.

Según el Cuadro 86, se puede notar que la materia prima a utilizar es importante en cuanto a la cantidad de proteína que contiene (14.94%) el producto final de esta investigación; estos resultados son mayores que los reportados por Esquivel (2005), quien reportó 11.63% de proteína, para las hojuelas con pulpa de sardina.

Los valores de proteína, grasa y carbohidratos son sin lugar a duda el más importante aporte que nos brinda la hojuela, se debe recalcar entonces la riqueza proteica del producto que supera ampliamente a cualquier producto de este tipo (bocaditos) que se

encuentra actualmente en el mercado, el contenido de carbohidratos se debe a las harinas utilizadas.

4.5. RENDIMIENTO Y COSTOS DEL PROCESO

Los resultados de los rendimientos del producto hojuelas enriquecido con harina de arroz integral, se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 87. Rendimientos para la elaboración de hojuelas de pota con harina de arroz integral

Etapa	Peso (gr)	Rendimiento por Etapa (%)	Rendimiento Total (%)
Materia prima	4000	100.00	100.00
Pelado	3780	94.50	94.50
Picado	3500	92.59	87.50
Lavado – Prensado 1	1720	49.14	43.00
Lavado – Prensado 2	1180	68.60	29.50
Refinado	1100	93.22	27.50
Homogenizado	2950	268.18	73.75
Embutido	2850	96.61	71.25
Tratamiento Térmico	2280	80.00	57.00
Enfriado	2280	100.00	57.00
Rebanado	2010	88.16	50.25
Secado	790	39.30	19.75
Fritura	910	115.19	22.75
Enfriado	910	100.00	22.75
Control de Calidad	910	100.00	22.75

Se puede apreciar que el rendimiento para elaborar hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz 160°C es 22.75%.

Según (Esquivel Alarcón, 2004); en su proyecto de investigación titulado “Elaboración y determinación de parámetros óptimos de procesamiento de hojuelas de pescado utilizando sardina (*Sardinops sagax sagax*)” su rendimiento terminando el prensado

fue de 34%, la diferencia puede deberse a la materia prima, a la composición de la materia prima y al proceso.

En el Cuadro 88 se puede apreciar el costo del producto obtenido.

Cuadro 88. Costo de la elaboración de hojuelas de papa con harina integral de arroz frito con aceite de maíz a 180°C

Ingredientes	Gramos	Costo x kg. (S/.)	Costo gr. (S/.)
Pulpa de papa	4000.00	7.00	28.000
Almidón	605.00	6.50	3.933
Harina de arroz	220.00	6.00	1.320
Sal Común	15.30	1.60	0.024
Pimienta blanca	10.20	60.00	0.612
Glutamato	2.55	10.00	0.026
Ajo en polvo	10.20	25.00	0.255
Nuez moscada	4.25	60.00	0.255
Kion en polvo	4.25	20.00	0.085
Colorante	0.43	1.00	0.000
Polifosfato	1.28	20.00	0.026
Hielo	3200.00	0.00	0.000
Aceite de maíz	500.00	8.50	4.250
Total	8573.45		38.785

Producto final 910.00 g

Costo por Kg S/42.62

Finalmente, podemos apreciar los costos para elaborar hojuelas con harina de arroz, dicho costo es de 42.62 Nuevos soles para obtener 1 kilogramo de hojuelas fritas. Este costo y su alto valor nutritivo y 17.25 µg/kg de acrilamida, lo hacen atractivo para todos los sectores de la población.

4.6. DISEÑO DEL ALGORITMO MINIMIZADOR DE ACRILAMIDA

El algoritmo se ha diseñado en base al requerimiento alimenticio diario, demandado, por las características de una determinada persona.

4.6.1. Cálculo de dieta tasa metabólica basal según HARRIS BENEDICT

La calculadora de calorías de Harris Benedict se basa en cinco parámetros diferentes para calcular el número de calorías recomendado los cuales son: Sexo, altura, peso, edad y actividad física.

Con estos parámetros la calculadora determina la tasa de Metabolismo Basal (TMB), es decir la cantidad mínima de energía que necesita nuestro cuerpo para funcionar, no debemos ingerir menos cantidad de calorías.

Tener un metabolismo basal más elevado aumentará la cantidad de calorías utilizadas y ayudará a reducir la cantidad de grasa corporal. Un metabolismo basal bajo hará que resulte más difícil perder grasa corporal y peso en general.

Para realizar los cálculos respectivos se consideró quienes están más expuestos al consumo y exposición a la acrilamida, según (Dybing & Sanner, 2003) mencionado por (Antón Bernal & Saavedra Bravo, 2017), el consumo promedio diario de acrilamida debería ser de 29 µg por día en mujeres y de 38 µg por día en hombres. Asimismo, según estudios realizados por (Santos Lara, 2017), el mayor consumo y exposición a la acrilamida lo presentó el grupo de adultos jóvenes (20-39 años). De acuerdo a todo lo mencionado los valores que se consideró fueron:

Edad : 30 años (Edad promedio del grupo expuesto 20-39 años)

Sexo : Masculino (Consumo promedio más alto que en mujeres 38 µg/día)

Peso : 80 kg (peso promedio del sexo masculino)

Altura : 180 cm. (Altura promedio de sexo masculino)

Actividad física: Ligera (Factor: 1,375)

Existen muchas fórmulas para calcular la TMB, pero una de las más utilizadas es todo el mundo es la fórmula de Harris Benedict descrita en 1919, revisada por Mifflin y St Jeor en 1990.

a. Cálculo de calorías diarias

Hombres TMB = $(10 \times \text{peso en kg}) + (6,25 \times \text{estatura en cm}) - (5 \times \text{edad en años}) + 5$

Hombres TMB = $(10 \times 80 \text{ kg}) + (6,25 \times 180 \text{ cm}) - (5 \times 30 \text{ años}) + 5$

Hombres TMB = 1780 calorías

Una vez calculado la Tasa Metabólica Basal, el próximo paso es calcular cuantas calorías se requiere para realizar todas las actividades a diario.

Para ello se consideró el Nivel de Actividad Física de acuerdo al estilo de vida; Ligeramente = 1,375 (Ver Cuadro 17)

Se procede a multiplicar la TMB por el factor de actividad:

Calorías diarias necesarias = TMB x Coeficiente de actividad física

Calorías diarias necesarias = $1780 \times 1,375 = \mathbf{2447,5 \text{ calorías}}$

4.6.2. Cálculo de Macronutrientes necesarios

Una vez obtenido nuestro gasto energético estimado, debemos aplicar el cálculo de los macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos).

Es necesario tener en cuenta el requerimiento de macronutrientes: según (Hernández, 2004) establece los valores de los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (Grasas: 20-35%, Carbohidratos: 45-65% y Proteína: 10-35%); según (FITNESS REAL, 2014), indica que la cantidad diaria de proteína debe ser entre 1,4 gr/kg y 2,4 gr/kg; al respecto (Mas musculo Team, 2019), en su blog indica que la proteína necesaria para sujetos que entrenan a intensidad media a alta es 20 al 30% (1,5 a 2,0 g/kg por día), la proporción carbohidrato : proteína debe ser 3:1; asimismo indica que se requiere del 55 al 65% de carbohidratos y del 25 al 35% de grasa. (Robledo Vico, 2017); indica que personas sedentarias requieren de 0,8 a g/kg de peso corporal; los deportistas requieren entre 1,5 a 2,5 g/kg ya que su demanda es mucho mayor que en una persona sedentaria, una persona de 80 kg podría consumir sin problemas entre 120 y 200 gramos de proteína al día.

Con respecto a los lípidos según OMS/FAO, 2003; mencionado por (Caballero Gutierrez, 2017), el requerimiento de lípidos es establecido entre 15 a 30% del contenido energético total, de acuerdo al Consejo de alimentación y nutrición de EE.UU. 2002; mencionado por el contenido de lípidos es entre 20 al 35%, Referente a los carbohidratos (Guzmán, y otros, 2018), indica que el requerimiento es de 50 a 60% del Valor Calórico total; según el Consejo de alimentación y Nutrición de EE.UU., 2002; el % de ingestión diaria de energía es del 45 al 65%.

Debemos tener en cuenta que las calorías provienen de los macronutrientes de la siguiente manera: Los hidratos de carbono (4 kcal por gramo), estas son la principal fuente de energía y la mayor reserva energética del cuerpo; las proteínas (4 kcal por gramo) y las grasas (9 kcal por gramo), proporcionan más del doble de las calorías que los carbohidratos y proteína (FAO, "Macronutrientes y micronutrientes", 2015).

a. Cálculo de las proteínas diarias

Considerando las referencias bibliográficas mencionadas se ha considerado como promedio que el requerimiento de la proteína es de 2,0 gr /kg., para adultos mayores.

$$80 \text{ kg} \times 2,0 \text{ gr} = \mathbf{160 \text{ g de proteína diarios}}$$

Como cada gramo de proteína equivale a 4 calorías,

Entonces:

$$160 \times 4 = \mathbf{640 \text{ calorías}}$$

b. Cálculo de las grasas diarias

Considerando los porcentajes requeridos se considera como promedio 28% de 2447,5 calorías.

$$2447,5 \text{ calorías} \times 28\% = \mathbf{685,3 \text{ calorías}}$$

Considerando que 1gr = 9 calorías

$$\text{Entonces } 685,3 \text{ calorías} = \mathbf{76,14 \text{ gramos diarios de grasa}}$$

c. Cálculo de la cantidad de carbohidratos diarios

De acuerdo a los resultados obtenidos la cantidad de carbohidratos se obtendrá por diferencia

$$Q_{Tot\ de\ cal} - \{Cal_{proteinas} + Cal_{grasa}\}$$
$$= 2447,5 - (640 + 685,3) = 1122,2\ calorías \quad (\text{Equivale al } 59\% \text{ del contenido de macronutrientes})$$

Pero como cada gramo de carbohidrato contiene 4 calorías entonces:

$$se\ tendrá: \frac{1122,2}{4} = 280,55\ \text{gramos diarios de carbohidratos.}$$

En resumen, se tendrá una alimentación diaria compuesta por:

160,0 g de proteína = 640,0 calorías

76,4 g de grasa = 685,3 calorías

280,55 g de carbohidratos. = 1122,2 calorías

$$\sum (Q_{Proteina} + Q_{Grasa} + Q_{Carbohidratos})$$
$$(640 + 685,3 + 1122,2) = 2447,5\ \text{calorías diarias}$$

4.6.3. Cantidad de Macronutrientes (gramos) requeridas en el producto final

En el experimento 4 la muestra 411 (hojuelas fritas a 160°C) presentó < 0.001 µg/kg de Acrilamida, mientras que la muestra 342 (hojuelas fritas a 180°) presentó 17,25 µg/kg de Acrilamida y al realizar el análisis sensorial de esta muestra presentó valores más altos que la muestra 411, tanto en sabor como en textura y apariencia, lo cual se puede apreciar en el cuadro 89.

Los datos mencionados se pueden apreciar en los Cuadro 83 (Contenido de Acrilamida por experimentos) y Cuadro 84 (Resultados de Análisis sensorial por experimentos).

Cuadro 89. Evaluación Sensorial de hojuelas de pota con arroz integral frito con aceite de maíz a diferentes temperaturas

Temperatura de fritura	Muestra 583 140°C	Muestra 411 160°C	Muestra 342 180°C
Sabor	5.10	6.00	6.73
Textura	5.30	6.13	6.43
Apariencia	5.33	6.30	6.63

Por otro lado, según resultados obtenidos del Análisis químico proximal de la materia prima (Cuadro 21); Proteínas: 16,6%; grasa: 0,9%, humedad: 81,3%

Proteínas: 16,6% = 16,6 gr

Grasa : 0,9% = 0,9 gr

Según (IMARPE & ITP, “Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú”, 1996), la pota contiene: Energía: 101 calorías; proteína: 16,0 g; Grasa: 1,1 g (660 mg de omega-3), como podemos apreciar sus valores son cercanos a los obtenidos en la investigación realizada.

Luego las calorías totales requeridas (2447,5 calorías) se relaciona las calorías totales de pota

$$Q_{\text{POTA (gr)}} = \frac{2447,5}{101} * 100 = 2423,27 \text{ gramos de pota}$$

a. Cantidad de proteínas

Cálculo de Cantidad de proteína requerida para ello se considera que 100 gramos de pota contienen 16,6 gramos de proteína (Ver cuadro 21), entonces 2423,27 gramos de pota cuanto de proteínas posee.

$$Q_{\text{Proteina (gr)}} = \frac{2423,27}{100} * 16,6 = 402,26 \text{ g de proteina}$$

Sin embargo, lo demandado orgánicamente según dieta es de 160 gramos de proteína; por lo que en 100 gramos de pota hay 16,6 gramos de proteína entonces cuantos gramos de pota se debe consumir considerando que debe ser 160 gramos de proteína.

$$Q_{Proteina (gr)} = \frac{160}{16,6} * 100 = \mathbf{963,86 \text{ g de pota}}$$

b. Contenido de grasa

Si en 100 gramos de pota hay 0,9 gramos de grasa, entonces en 963,86 gramos de pota que es lo que debo consumir cuantos gramos de grasa habrá.

$$Q_{grasa (gr)} = \frac{963,86}{100} * 0,9 = 8,67 \text{ g de grasa}$$

Sin embargo, el requerimiento es 76,14 gramos de grasa, por lo tanto: $76,14 - 8,67 = 67,47$ gr de grasa (a utilizarse en la fritura).

4.6.4. Enunciado del problema para la obtención del algoritmo minimizador de acrilamida en base a la dieta TMB obtenida

Se diseñan dos productos (A y B) en base a hojuelas de pota con arroz integral fritos con aceite de maíz a 180°C. El primer producto “A” de 50 g y el segundo “B” de 100 g de hojuelas; **como mínimo** se deberá consumir 963,9 gramos de pota para completar los 160 g de proteína (Proteínas requeridas diarios).

Asimismo, en carbohidratos arroz integral, el primero contiene 10 gramos y el segundo 30, respectivamente, debiéndose consumir como mínimo 280,55 gramos. Con respecto a la grasa el primer producto contendrá 3,0 gramos y el segundo 9 gramos debiéndose consumir como mínimo 76,4 gramos de grasa.

Se integrarán aproximadamente, a la dieta, 67,73 gr de grasa; producto del proceso de frito con aceite de maíz. Si el primero proporciona 0,863 µgrs y el segundo 1,725 µgrs de acrilamida. Precisar cuántas unidades de A y/o B, se deberá consumir para completar la dieta, en base a 2447,55 calorías, con un mínimo de acrilamida.

Diseño del algoritmo para minimización de acrilamida en dieta diaria:

Cantidad total, en unidades, del producto a consumir en base a pota.

$$Q_{UP} = \text{Min de acrilamida} \sum_{i=1}^2 P_i$$

$$P_i = Q_{Pota(i)} + Q_{Proteina(i)} + Q_{Carbohidratos (i)} + Q_{Grasa(i)}$$

$$Q_{UP} = \text{Min de acrilamida} \sum_{i=1}^2 (Q_{Pota(i)} + Q_{Proteina(i)} + Q_{Carbohidratos (i)} + Q_{Grasa(i)})$$

Para realizar la aplicación de programación lineal (Minimización), se considera los siguientes datos:

Variables:

Primeramente, se define las variables de decisión:

X1 = Número o cantidad de unidades de alimento A

X2 = Número o cantidad de unidades de alimento B

Se pide encontrar la cantidad de unidades de tipo A y/o B, que debe contener la dieta para minimizar el contenido de acrilamida.

Función Objetivo:

Luego tenemos la función objetivo (FO) o meta del problema

Lo que se requiere es minimizar el contenido de acrilamida entonces la función objetivo va a calcular la minimización del contenido de acrilamida a través de la programación lineal.

La función objetivo depende de las variables “X1” y “X2” de acuerdo al problema esta función objetivo calcularía a cantidad de unidades de productos A y B que conlleva a obtener el mínimo contenido de acrilamida. Considerando que la TMB es 2447,55 calorías.

El contenido mínimo de acrilamida se va a conseguir sumando los contenidos de acrilamida de los dos tipos de alimento A y B, se sabe que por una unidad del alimento tipo A el contenido de acrilamida sería 0,863µg, lo cual se suma con el contenido de acrilamida que genere los alimentos del tipo B sabiendo

que por unidad del tipo B sería 1,725 µg, la suma de estas dos cantidades va a generar el contenido de acrilamida total que conlleva a la dieta planteada en el problema; obteniendo lo siguiente:

Función objetivo: Minimizar Z (Acrilamida) = 0.863 X1 + 1,725 X2

F.O. Min: 0,863 X1 + 1,725 X2

Restricciones:

En la cantidad de papa hay una restricción como mínimo se debe consumir en esta dieta 963,86 gr de papa y la otra restricción está en las proteínas como mínimo en esta dieta se debe consumir 160 gramos de proteína; asimismo tenemos la restricción con respecto a los carbohidratos se debe consumir mínimo 280,5 gr y la última restricción indica que se debe consumir grasa como mínimo 76.14 gr.

$$50 X1 + 100 X2 \geq 963,86 \approx 964$$

$$8 X1 + 16 X2 \geq 160,00 \approx 160$$

$$10 X1 + 30 X2 \geq 280,55 \approx 280$$

$$3 X1 + 9 X2 \geq 76,14 \approx 76$$

Entonces tenemos los siguientes datos:

Cuadro 90. Datos para la aplicación en Programación Lineal POM

F.O. Min: 0,863 X1 + 1.725 X2	X1	X2	Total
Contenido Papa	50	100	964 gr
Contenido proteínas	8	16	160 gr
Contenido carbohidratos	10	30	280 gr
Contenido grasa	3	9	76 gr.
Contenido Acrilamida	0,863	1,725	

X1 = Número o cantidad de unidades de alimento A

X2 = Número o cantidad de unidades de alimento B

Minimizar: $F(X_1; X_2) = 0.863 X_1 + 1,725X_2$

Estaría sujeta a las siguientes restricciones

$$50X_1 + 100 X_2 \geq 964 \quad (1)$$

$$8 X_1 + 16 X_2 \geq 160 \quad (2)$$

$$10 X_1 + 30 X_2 \geq 280 \quad (3)$$

$$3 X_1 + 9 X_2 \geq 76 \quad (4)$$

Se procede a ingresar la información en el software POM, obteniendo los siguientes resultados:

Objective		Solution			
<input type="checkbox"/> Maximize <input checked="" type="checkbox"/> Minimize		Enter the value for constant in c1. For example, if the inequality is $c1 + 3x1 \geq 1$ in the column for c1 and 3 in the column for x1. Any real value is possible.			
ACRILAMIDA MINIMO					
	X1	X2	RHS	Equation form	
Minimize	.863	1.725		Min .863X1 + 1.725X2	
Contenido Pota	50	100	>=	964	50X1 + 100X2 >= 964
Contenido Proteinas	8	16	>=	160	8X1 + 16X2 >= 160
Contenido Carbohidratos	10	30	>=	280	10X1 + 30X2 >= 280
Contenido Grasa	3	9	>=	76	3X1 + 9X2 >= 76

Figura 47. Planteamiento de Restricciones en POM

Objective		Solution			
<input type="checkbox"/> Maximize <input checked="" type="checkbox"/> Minimize		There are more results available in additional windows. These may be opened by using the WINDOW option in the Main Menu.			
ACRILAMIDA MINIMO Solution					
	X1	X2		RHS	Shadow Price
Minimize	.863	1.725			
Contenido Pota	50	100	>=	964	0
Contenido Proteinas	8	16	>=	160	-.1078
Contenido Carbohidratos	10	30	>=	280	0
Contenido Grasa	3	9	>=	76	0
Solution->	0	10		17.25	

Figura 48. Resultados de Programación Lineal

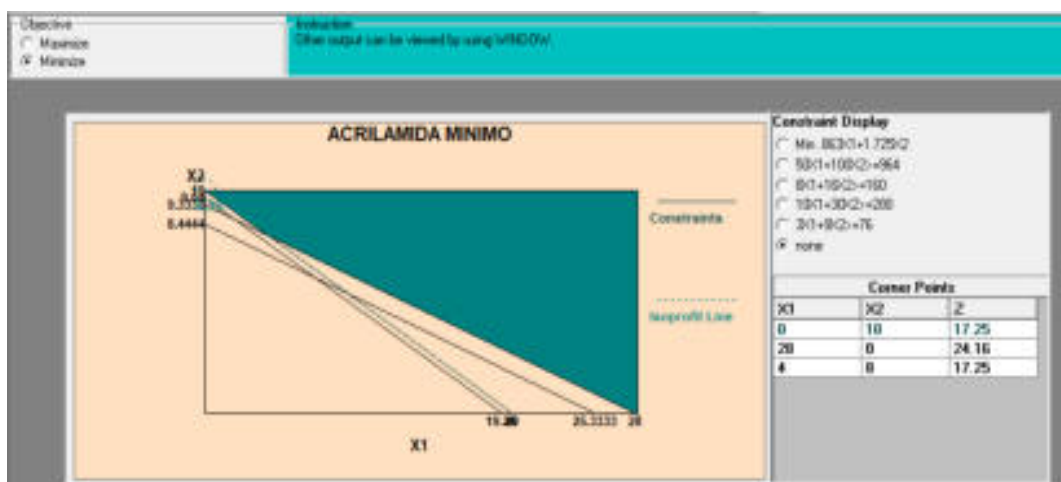


Figura 49. POM for Windows Gráfico (Obtención de la región de factibilidad)

Cuadro 91. Resultados de Programación Lineal para cubrir la demanda dietética diaria con el mínimo contenido de acrilamida

<i>F.O = Min: 0,863 X1 + 1,275 X2</i>			
	X1 (u)	X2 (u)	TOTAL
SOLUCIÓN ÓPTIMA	4 u	8 u	
Contenido Pota	50 gr.	100 gr.	964 gr.
Contenido Proteínas	8 gr.	16 gr.	160 gr.
Contenido Carbohidratos	10 gr.	30 gr.	280 gr.
Contenido Grasa	3 gr.	9 gr.	76 gr.
Contenido Acrilamida	0,863 µgr.	1,725 µgr.	17,25 µgr/dieta

Seguidamente se realiza la comprobación:

Cuadro 92. Comprobación del resultado final del régimen alimenticio propuesto

FUNCIÓN OBJETIVO	Punto
MIN 0.863X1 + 1.725X2	
EC. RESTRICIÓN	Ref: (0,0)
50X + 100Y ≥ 964	X=19,28; Y= 9,64
8X + 16Y ≥ 160	X=20,00; Y=10,00
10X + 30Y ≥ 280	X=28,00; Y= 9,33
3X + 9Y ≥ 76	X=25,30; Y= 8,40

Una vez realizado el gráfico con el software POM se observa que la solución óptima minimizadora corresponde al punto de intersección 4,0 y 8,0 para un aporte mínimo de acrilamida que es igual a 17,25 $\mu\text{gr}/\text{dieta}$.

La función objetivo: $0.863 * 4,0 + 1.725 * 8,0 = 17,25 \mu\text{g}/\text{día}$

Esto implica consumir $\approx 4,0$ unidades de X1 (producto A) y 8,0 unidades de X2 para cubrir la demanda dietética diaria con el mínimo contenido de acrilamida 17,25 $\mu\text{gr}/\text{dieta}$.

CONCLUSIONES

- Primero. - Se empleó el algoritmo optimizador aplicando programación lineal, lográndose la minimización de acrilamida considerando los factores intervinientes en el proceso de producción de hojuela de pota con harina de arroz integral, lavado con bicarbonato de sodio - ácido cítrico y fritos con aceite de maíz a 180°C
- Segundo. - Se determinó que el aditivo adecuado para el lavado de la pulpa de pota que permita la reducción de acrilamida del producto final fue la combinación de 0.75% de ácido cítrico y 0.75% de bicarbonato de sodio, con lo cual se obtuvo 68.98 µg/kg de acrilamida en comparación al lavado solo con bicarbonato de sodio y Ácido cítrico 70,86% y 69,41% respectivamente.
- Tercero. - El porcentaje adecuado de sustitución de almidón de papa por harina de arroz integral para disminuir el contenido de acrilamida fue 20% porcentaje que no altero las características organolépticas del producto final y permitió obtener 45.23 µg/kg de acrilamida frente a las muestras arroz integral 0,0 % y 10% cuyos resultados fueron 68,98 y 67,23 µg/kg de acrilamida respectivamente.
- Cuarto. - Se determinó que el tipo de aceite que logró la reducción de la acrilamida en el producto final fue el aceite de maíz (17.25 µg/kg de acrilamida) seguido del aceite de oliva (30.15 µg/kg de acrilamida) y aceite de girasol (45.23 µg/kg de acrilamida).
- Quinto. - La temperatura adecuada para el fritado fue 180°C temperatura que permitió minimizar el contenido de acrilamida en las hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con aceite de maíz cuyo contenido de acrilamida fue 17.25 µg/kg de acrilamida) frente al fritado a temperaturas de 140°C y 160°C.
- Sexto. - La vida útil de las hojuelas de pota con harina de arroz frito con aceite de maíz a 180°C en función al índice de peróxidos utilizando el método de pruebas aceleradas se puede observar que el producto tendrá una vida útil de 75.32 días equivalente a 2.51 meses.

- Séptimo. - La dieta personalizada de hojuelas de pota con el mínimo contenido de acrilamida es igual a 17,25 $\mu\text{g}/\text{día}$, lo que implica consumir 4,0 unidades de Producto A y 8,0 unidades del producto B
- Octavo. - El rendimiento total obtenido para la elaboración de hojuelas de pota con harina de arroz fritos con aceite de maíz a 180°C fue 22.75%
- Noveno. - El costo a nivel de laboratorio obtenido para la elaboración de hojuelas de pota con harina de arroz fritos con aceite de maíz a 180°C fue S/. 42.62 Nuevos soles el kilogramo de producto final

RECOMENDACIONES

- Primero. - Realizar estudios en alimentos del grupo de cereales acerca de los límites de concentración y sustitución de carbohidratos por cereales con menos contenido de asparagina para evitar niveles de ingesta dañinas para la salud de los consumidores.
- Segundo. - Realizar el diseño de producto dietético empleando otros recursos pesqueros considerando la minimización de acrilamida.
- Tercero. - Realizar la determinación del costo de producción de las hojuelas de papa con harina integral de arroz frito con aceite de maíz a 180°C, con el propósito de conocer la rentabilidad que se va a obtener.
- Cuarta. - A partir de la presente investigación es posible iniciar otras investigaciones relacionadas a la comercialización del producto, gestión de clientes, control de calidad, etc.
- Quinta. - Realizar estudios sobre los límites de concentración para los alimentos que forman parte de los grupos de cereales, debido a que presentan altos niveles de acrilamida, lo que puede llegar a representar niveles de ingesta dañinas para la salud.
- Sexta. - Se debe realizar campañas de concientización a los consumidores sobre la acrilamida y los efectos nocivos del mismo ya que es un tema poco conocido.
- Séptima. - Se debe realizar investigaciones con el objetivo de disminuir la exposición a la acrilamida en diversos productos con alto contenido de carbohidratos, enfocadas a los diferentes insumos, materia prima y a los parámetros empleados durante la producción de alimentos fritos en especial en los alimentos que son consumidos en mayor proporción por la población estudiantil.

BIBLIOGRAFÍA

- Diario Oficial de la Unión Europea. (20 de noviembre de 2017). "Reglamento (UE) 2017/2158 que establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos". Diario Oficial de la Unión Europea, págs. L 304/24 - L 304/44.
- AgroForum.pe. (24 de 05 de 2019). Producción de arroz cáscara se incrementó 23.1% en marzo, según INEI. Obtenido de <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/produccion-de-arroz-cascara-se-incremento-23-1-marzo-segun-inei-15212/>
- Albarracín, M. (2014). "Desarrollo y evaluación nutricional de alimentos elaborados a base de granos enteros de arroz. Efectos de los procesos de remojo, germinación y extrusión sobre el contenido y disponibilidad de nutrientes". Argentina: Universidad Nacional del Litoral.
- Alí Zegarra, I. (2004). "Determinación de los parámetros tecnológicos de concentrado proteico utilizando recortes de papa (*Dosidicus gigas*) mediante extracción por solvente". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Alvis, A., Pérez, L., & Arrazola, G. (2010). "Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz Integral y Modelación de sus Atributos Sensoriales a Través de la Metodología de Superficie de Respuesta". Colombia: Universidad de Córdoba.
- Andina. (16 de marzo de 2014). "Advierten que algunas frituras contienen acrilamida, una sustancia cancerígena". Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-advierten-algunas-frituras-contienen-acrilamida-una-sustancia-cancerigena-498072.aspx>
- Antón Bernal, T. L., & Saavedra Bravo, P. d. (2017). "Influencia del Escaldado en la reducción de acrilamida en camotes (*Ipomoea batatas*) fritos, Variedad Amarillo". Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipan.
- Arribas, L. G. (2013). "Análisis, inhibición e ingesta de nuevos contaminantes químicos de procesado en alimentos". Madrid: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN), CSIC.

- Barón Cortés, W. R. (2016). "Acrilamida – Estudio de Consumo en Alimentos Bogotanos". Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Belobrajdic, D. P., & Bird, A. R. (2013). "The potential role of phytochemicals in wholegrain cereals for the prevention of type-2 diabetes". *Nutrition Journal*, 1-12.
- Caballero Gutierrez, L. S. (2017). "Patrones de consumo alimentario, estado nutricional y características metabolómicas en muestras poblacionales urbanas del nivel del mar y altura del Perú". Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Cabezas Zábala, C. C., Hernández Torres, B. C., & Vargas Zárate, M. (2016). "Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial". *Revista Facultad de Medicina*, 761
- Cáceres Costales, P. J. (2015). "Optimización de la germinación de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtención de alimentos con alto valor nutritivo y funcional". Madrid: Universidad Autónoma de Madrid – España.
- Calvo, M., Carranco, M. E., Salinas, C. A., & Carrillo, S. (2016). "Composición química de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas*". *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 74 al 81.
- Cámara Hurtado, M., Conchello Moreno, P., González Fandos, M. E., Mañes Vinuesa, J., Rodríguez Lázaro, D., Ros Berruezo, G., & Talens Oliag, P. (2017). "Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) sobre los criterios de seguridad que limiten la exposición a acrilamida producida por la fritura de patatas". *Revista del Comité Científico* N° 26, 29-55.
- Carbajal Azcona, A. (2018). "Manual de Nutrición y Dietética". Madrid: Universidad Complutense de Madrid .
- Castañeda Rieckhof, L., & Fiocco Bertello, A. A. (2017). "Estudio de Prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de oliva (*Olea europaea*) extra virgen en spray". Lima: Universidad de Lima.
- Castro Saavedra, J. d. (2008). "Manejo de los Factores Condicionantes de la Formación de Acrilamida Durante la Elaboración de Papas Fritas tipo Chips". Chile: Universidad de Chile.

- Chalapud Narváez, M. C. (2017). "Recuperación de subproductos a partir del proceso de descerado de aceite de girasol". Argentina: Universidad Nacional del Sur.
- Choez Cruz, A. C., & Martínez Rivera, J. M. (2015). "Procesamiento industrial de calamar y pescado dorado (*Dosidicus gigas* y *Coryphaena hippurus*) para obtener un paté precocido en envase de vidrio". Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Chumacero Flores, J. C. (2018). "Elaboración experimental de snack a partir de pulpa de calamar gigante *Dosidicus gigas* (D' Orbigny 1835)". Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Comisión Europea. (08 de 11 de 2013). "Investigación de los niveles de acrilamida en los alimentos". Diario Oficial de la Unión Europea, págs. L301/15 - L301/17.
- Comisión Europea. (15 de 11 de 2017). "Por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos". REGLAMENTO (UE) 2017/2158 DE LA COMISIÓN. Europa, España. Obtenido de REGLAMENTO (UE) 2017/2158 DE LA COMISIÓN .
- Comisión Europea. (20 de Noviembre de 2017). "Reglamento (UE) 2017/2158". Diario Oficial de la Unión Europea, págs. L 304/24 - L 304/44.
- Comisión Europea. (20 de Noviembre de 2017). "Reglamento (UE) 2017/2158". Diario Oficial de la Unión Europea, págs. L 304/24 - L 304/44.
- Córdova Ramos, J. (2016). "Efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt". Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Csirke, J., Argüelles Torres, J., Alegre Norza Sior, A. R., Ayón Dejo, P., Bouchon Corrales, M., Castillo Mendoza, G., Yamashiro Guinoza, C. (2018). "Biología, estructura poblacional y pesquería de pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Perú". (I. d. Perú, Editor) Obtenido de Repositorio Digital IMARPE: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3239>
- Dávalos Cuno, L. M. (2016). "Desarrollo de nuggets de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) bajos en calorías y con la adición de chia (*Salvia hispánica*) como antioxidante". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

- Delgado Sánchez, C. (2019). "Impacto del uso de aceites vegetales en la calidad nutricional de alimentos funcionales: Revisión de literatura". Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Diaz Zorita, M., Duarte, A., & Diaz Zorita, P. (2003). "El cultivo de girasol". Argentina: ASAGIR.
- Dublan, O. (2006). "Evaluación de los cambios estructurales y fisicoquímicos del manto de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) durante el almacenamiento en refrigeración o congelación". México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Durán Agüero, S., Torres García, J., & Sanhueza Catalán, J. (2015). "Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades". *Nutrición Hospitalaria*, 11 - 19.
- Echévarri R., M. L., Jaramillo Z., L. A., & Quiroz C., J. (2014). "Acrilamida: Formación y mitigación en procesamiento industrial de alimentos". Caldas Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.
- EcuRed. (27 de 08 de 2019). "Aceite de maiz". Obtenido de https://www.ecured.cu/index.php?title=Aceite_de_ma%C3%ADz&oldid=3528838
- El Comercio. (14 de 01 de 2019). Produce: Desembarques de pota avanzan después de tres años a la baja. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/peru/produce-desembarques-pota-recuperan-despues-tres-anos-baja-noticia-nndc-597327>
- EL TIEMPO. (15 de 02 de 2018). "Pesca de calamar gigante aumenta de 30 a 200 tn diarias en el mar de Paita". *El Tiempo*. Obtenido de <https://eltiempo.pe/pesca-calamar-gigante-aumenta-30-200-tn-diarias-mar-paita/>
- Esquivel Alarcón, K. E. (2004). "Determinación de Parámetros óptimos de procesamiento de Hojuelas de Pescado utilizando sardina (*Sardinops sagax sagax*)". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- FAO. (1992). "Nutrición humana en el mundo en desarrollo". Obtenido de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0c.htm#TopOfPage>
- FAO. (2015). "Macronutrientes y micronutrientes". Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:

http://www.fao.org/elearning/Course/NFSLBC/es/story_content/external_files/Macronutrientes%20y%20micronutrientes.pdf

FAO Food and Nutrition Technical Report Series 1. (17-24 de Octubre de 2001). "Human energy requirements". Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e07.htm#bm07>

FAO, & WHO. (2019). "CODEX ALIMENTARIUS - Normas Internacionales de los Alimentos". Obtenido de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/es/>

FAO/WHO. (2005). (Food and Agricultural Organisation/World Health Organisation). JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (págs. 7 - 17). Roma: World Health Organization.

FAO/WHO/UNU. (1985). "Energy and protein requirements". Geneva: World Health Organization, Technical Report Series 724.

FITNESS REAL. (07 de Enero de 2014). "¿Cuanta proteína debo consumir?". Obtenido de <http://www.fitnessreal.es/cuanta-proteina-debo-consumir/>

Flores Calderón, C. A. (2008). "Estudio de Dieta Total: Estimación de la Ingesta de Acrilamida en la Población Valdiviana". Chile: Universidad Austral de Chile.

Freixanet, L. (2019). "Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero". Obtenido de <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/jamon-cocido.pdf>

Fundación Española de la Nutrición. (Sin fecha). "Aceite de girasol". Aceites y Grasas, 129 - 130.

Gamboa Yáñez, K., Núñez Delgado, J., & Rivera Álvarez, E. (2017). "Planeamiento estratégico para la papa del Perú". Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

García Baldizón, C., & Molina Córdoba, M. E. (2008). "Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas". Ingeniería 18, 57 - 64.

Garzón Beleño, A. M. (2014). "Evaluación de niveles de acrilamida en alimentos colombianos". Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

- Gonzales Seminario, M. J., & Seminario Ruiz, K. (2016). "Plan de negocio para la transformación y comercialización de arroz integral en Piura: Universidad de Piura.
- Guzmán Neyra, A. M. (2013). "Plan de marketing para la comercialización de hojuelas de calamar gigante: caso ciudad de Arequipa". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Guzmán Neyra, A. M., & Fernández Oblitas, G. (2017). Guia de Práctica de "Tecnología de Productos Alternativos Pesqueros". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Guzmán, C., Peña, F., Guerrero, M., Navarro, J., Yunge, V., Imio, A. L., & Garcia, P. (2018). "Consenso Nutrición Clínica Adulto". Santiago: Ediciones Universidad San Sebastian.
- Hernández Medina, M., Torruco Uco, J. G., Chel Guerrero, L., & Betancur Ancona, D. (July/Sept de 2008). "Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México". Ciencia y Tecnología de Alimentos, 28(3), 718 - 726.
- Hernández, T. M. (2004). "Recomendaciones nutricionales para el ser humano actualización". Rev. Cubana Invest. Biomed, 266 - 292.
- Huamani Colque, R. A. (2014). "Estudio experimental de la elaboración de croquetas a base de pulpa de pota (*Dosidicus gigas*)". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- IMARPE. (2009). "Bioecología y pesquería del recurso pota (*Dosidicus gigas*) en la costa norte del Perú. Callao - Lima: Instituto del Mar del Perú.
- IMARPE. (Enero de 2016). "Situación del calamar gigante durante el 2015 y perspectivas de pesca para el 2016". Obtenido de <http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe/SituacionCalamar2015Perspec2016.pdf>
- IMARPE. (2017). "IMARPE inicia crucero de Investigación del calamar gigante en la costa norte y sur del Perú a bordo de los BIC "Humboldt" y "José Olaya Balandra". Obtenido de Instituto del Mar del Perú: http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe_notic_notacruzcro.pdf

- IMARPE. (2018). "Situación del calamar gigante durante el 2017 y perspectivas de pesca para el 2018". Callao - Perú: Dirección General de Investigaciones de Recursos demersales y litorales, Area funcional de investigaciones de invertebrados marinos y macroalgas.
- IMARPE. (s.f.). Imarpe inicia crucero de Investigación del calamar gigante en la costa norte y sur del Perú a bordo de.
- IMARPE, & ITP. (1996). "Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú". Callao – Perú: Instituto del Mar del Perú, Instituto Tecnológico Pesquero.
- INACAL. (2016). NTP 209.226 - BOCADITOS. Requisitos. Lima: Dirección de Normalización INACAL.
- INDECOPI. (14 de Abril de 2011). Norma Técnica Peruana 209.226, 1984: Bocaditos, Requisitos. Lima, Perú.
- Kirk, R., Sawyer, R., & Egan, H. (2000). "Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson". Mexico: Continental S.A.
- La República. (25 de Abril de 2013). "Las frituras contienen una sustancia cancerígena". La República, pág. 01.
- Labuza, T. P. (1982). "Fecha de caducidad de los alimentos". USA: Food and Nutrition.
- Lamas, D. L. (2014). "Desgomado enzimático de aceites". Argentina: Universidad Nacional del Sur.
- Loubes, M. A. (2015). "Molienda seca y húmeda de arroz en molino planetario. Cinética de la molienda, efecto de las condiciones de molienda en las propiedades funcionales de la harina y del almidón y diseño de mezclas para pastas sin gluten". Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Markaida, U. (2006). "Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997–98 El Nino event". Fisheries Research, 16 - 27.

- Mas musculo Team. (17 de Febrero de 2019). "Como determinar los macronutrientes por tipo de objetivo". Obtenido de <https://www.masmusculo.com/blog/determinar-los-macronutrientes-tipo-objetivo/>
- Maza Ramírez, S. (2007). "Tecnología de procesamiento de productos empanizados congelados de pota: Características del músculo de calamar gigante (*Dosidicus gigas*)". Lima: Instituto Tecnológico Pesquero del Perú.
- Maza, S., Rosales, M., & Castro, R. (2003). "Efecto de un proceso de lixiviación ácida salina sobre la calidad del surimi de *Dosidicus gigas*". Boletín de Investigación, Volumen 5, 81 - 88 p.
- McDonald, L. (2019). Calcular el Consumo de Calorías Diarias. Obtenido de <https://sites.google.com/site/allmarketnatural/linea-deportiva/todo-sobre-desarrollo-muscular/alimentacion/la-ecuacion-del-equilibrio-energetico-por-lyle-mcdonald?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (24 de 08 de 2018). "Arroz". Obtenido de http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Informe-coyuntura-arroz-280818_0.pdf
- Ministerio de la Producción. (2018). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017". Lima - Perú: Oficina de Evaluación de impacto y estudios económicos.
- Molina Pérez, E. (2015). "Evaluación del riesgo de exposición alimentaria a acrilamida en España". Valencia: Universidad de Valencia.
- Montes O, N., Millar M., I., Provoste L., R., Martínez M., N., Fernández Z., D., Morales I., G., & Valenzuela B., R. (2016). "Absorción de aceite en alimentos fritos". Revista chilena de nutrición, 87 - 91.
- Muñoz Jáuregui, A. M. (2016). "La acrilamida en el procesamiento de los alimentos". Revista de la Sociedad Química del Perú, Vol. 82, No. 1.
- Muñoz Quintero, J. R. (2007). "Reducción del contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas por aplicación de pretratamientos y diferentes temperaturas de fritura". Chile: Universidad de Chile.

- Muñoz Villa, A., Sáenz Galindo, A., López López, L., Cantú Sifuentes, L., & Barajas Bermúdez, L. (2014). "Ácido Cítrico: Compuesto Interesante". Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, 18 al 23.
- Narváez Apaza, I. J. (2016). "Aprovechamiento de algas marinas para la elaboración de un yogurt funcional enriquecido con concentrado proteico de pota (*Dosidicus gigas*)". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Nesis, K. N. (1970). The Biology of the giant squid of Perú and Chile, *Dosidicus gigas*. Oceanology, 108-118.
- Organización Mundial de la Salud. (02 de Marzo de 2005). "Las concentraciones de acrilamida en los alimentos inquietan por sus posibles efectos en la salud pública, según un comité de expertos de las Naciones Unidas". Obtenido de <https://www.who.int/mediacentre/news/notes/2005/np06/es/>
- Pajar Muñoz, M. L. (2008). "Elaboración de hojuelas fritas de pituca (*Colocasia esculenta* (L) Schott). Satipo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Paredes, C. E., & De la Puente, S. (2014). "Situación actual de la pesquería de la pota (*Dosidicus gigas*) en el Perú y recomendaciones para su mejora". Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) y del Ministerio de la Producción (PRODUCE).
- Paúcar Villanueva, A. B. (2013). "Hojuelas dulces de pota (*Dosidicus gigas*) usando edulcorantes stevia enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*)". Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2016). Definición.DE. Obtenido de <https://definicion.de/cloruro-de-sodio/>
- Plata Guerrero, R. M. (2015). "Determinación, valoración y reducción de acrilamida en alimentos hidrocarbonatados". España: Universidad de Granada.
- Puente, B. (Agosto de 2017). "Harris Benedict y su ecuación para medir el metabolismo". Obtenido de <https://www.lineaysalud.com/nutricion/calorias-harris-benedict>

- Quirantes, E. (12 de 2019). Salud.ideal.es. Obtenido de "Metabolismo basal y peso": <https://salud.ideal.es/nutricion-60/2864-metabolismo-basal-y-peso.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Quispe Huancaya, C. M. (2017). "Conservación de calamar gigante (*Dosidicus gigas* Orbigny 1835) por tratamiento combinado con Nisina y Acido Láctico a 6°C". Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Ramírez, J. A., Uresti, R. M., Velázquez, G., & Vázquez, M. (08 de Diciembre de 2011). "Hidrocoloides para alimentos como aditivos para mejorar las propiedades mecánicas y funcionales de los productos pesqueros: una revisión". ELSEVIER, 25, 1842-1852.
- Robledo Vico, J. (26 de Junio de 2017). "¿Cuántas proteínas necesitamos comer al día?". Obtenido de https://as.com/deporteyvida/2017/06/26/portada/1498473439_004023.html
- Rosas, Z. (2007). "Características parcial de sólidos solubles presentes en el agua de cocción del músculo de calamar gigante". México: Departamento pesca Sinaloa.
- Salcedo Palomino, F. (2015). "Elaboración de hojuela dulce a partir de manto molido de pota (*Dosidicus gigas*) con quinua (*chenopodium quinoa*). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Salvo Pusa, G. (2016). "Estudio del procesamiento de aleta de pota (*Dosidicus gigas*) cocida y coloreada con achiote". Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sánchez Pineda de las Infantas, M. T. (2003). "Procesos de Elaboracion de Alimentos y Bebidas". España: MUNDI-PRENSA.
- Santín Sánchez, M. A. (2018). "Evaluación del contenido de acrilamida durante el procesamiento de panela". Piura: Universidad de Piura.
- Santos Lara, M. E. (2017). "Desarrollo de un método analítico para la cuantificación de acrilamida en tostadas de tortillas de maíz procedentes de Monterrey (México) y estimación de la exposición dietética". Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

- Sempértegui Milachay, H. E., & Vásquez Morzán, K. M. (2018). "Factores claves que influyeron en las exportaciones de papa cocida congelada desde el Puerto de Paita hacia China durante los años 2012 - 2016". Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Sikorski, Z. E. (1990). *Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation*. Florida, USA: CRC Press, ISBN 9780849359859 - CAT# 5985.
- Sueiro, J., & De la Puente, S. (2013). "La pesca artesanal en el Perú: Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal peruana". Perú: Consultoría realizada para Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).
- Sullo Ignacio, L. Y. (2017). "Evaluación de características sensoriales de Jamonada de lisa voladora (*Cypselurus heterurus*) enriquecido con berenjena (*Solanum melongena*)". Perú: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Valdiviezo Rodríguez, N. Y. (2014). "Análisis del tipo de aceite y tiempo de fritura en la vida útil del snack de Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) proveniente del Tena". Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Vargas Z., M., Lancheros P., L., & Barrera P., M. (2011). "Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos". *Rev Fac Med.*, 44 - 58.
- Villafuerte, U., Obispo, E., Maza, S., & Macavilca, E. (2015). Elaboración de snack de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*), enriquecido con calamar gigante (*Dosidicus gigas*). *Ciencia e Investigación*, 73 - 77.
- Vinaros, A. (11 de Enero de 2014). Asamblea Vinaros. Obtenido de "Los Polifosfatos: Aditivos de uso en procesamiento de carnes": <https://asambleavinaros.wordpress.com/2014/01/11/los-polifosfatos-aditivos-de-uso-en-procesamiento-de-carnes/>
- Vito Villa, J. J. (2019). "Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de papa (*Dosidicus gigas*)". Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Wikipedia. (04 de Agosto de 2019). "Bicarbonato de sodio". Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Bicarbonato_de_sodio

- Yenque Morales, K. S. (2016). "Formulación y caracterización de barras energéticas a base de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) expandida enriquecidas con concentrado proteico de pota (*Dosidicus gigas*)". Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Zepeda Arévalo, G. A. (2018). "Ingesta de acrilamida en adolescentes en secundaria". México: Universidad de Ciencias y artes de Chiapas.

ANEXOS

Anexo A. Norma Técnica Peruana: NTP 209.226:1984, Bocaditos

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 209.226
1984 (revisada el 2016)

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

BOCADITOS. Requisitos

SNACK FOOD. Requirements

2016-07-21
1ª Edición

R.D. N° 017-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-07-27

I.C.S.: 67.060

Descriptores: Bocadito, requisito

Precio basado en 07 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

© INACAL 2016

© INACAL 2016

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

© INACAL 2016 - Todos los derechos son reservados ⁱ

PRÓLOGO

(de revisión 2016)

A.1 La Norma Técnica Peruana (NTP) NTP 209.226:1984 (Revisada el 2011) BOCADITOS. Requisitos, 1ª Edición, se encuentra incluida en el programa de actualización de Normas Técnicas Peruanas que cumplieron 05 años de vigencia.

A.2 La NTP referida, aprobada mediante resolución N° 0008-2011/CNB-INDECOPI, fue revisada por el Comité Técnico de Normalización (CTN) de Cereales, leguminosas y productos derivados - Sub Comité Técnico de Normalización (SC) de Trigo y productos derivados, y puesta a consulta pública. No recibió observaciones por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico.

A.3 El CTN de Cereales, leguminosas y productos derivados - SC de Trigo y productos derivados, recomendó mantener la vigencia de la NTP y la Dirección de Normalización (DN), procedió a mantener su vigencia, previa revisión final, aprobando la versión revisada el 21 de julio de 2016.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, más no su actualización.

A.4 Los métodos de ensayo y de muestreo cambian periódicamente con el avance de la técnica. Por lo cual, recomendamos consultar en el Centro de Información y Documentación del INACAL, la vigencia de los métodos de ensayo y de muestreo citados en esta NTP.

A.5 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 209.226:1984 (Revisada el 2011) BOCADITOS. Requisitos, 1ª Edición.

B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE CEREALES, LEGUMINOSAS Y PRODUCTOS DERIVADOS - SUB COMITÉ DE TRIGO Y PRODUCTOS DERIVADOS

Secretaría

Dirección General de Negocios Agrarios -
MINAGRI

Presidente Sonia Bernaola Donayre – Compañía Molinera del Centro S.A.

Secretario José Luis Rabines Alarcón

ENTIDAD

Alicorp S.A.A.

Certificaciones del Perú S.A.

Compañía Molinera del Centro S.A.

Industrias Unidas de Perú S.A.

Laboratorio Técnica y Proyectos S.A.

Molitalia S.A.

Molino El Triunfo S.A.

MINAGRI – DIGNA

Panera Ediciones S.A.C.

Panificadora Bimbo del Perú S.A.

UNALM - Programa de Cereales y Granos Nativos

REPRESENTANTES

Alexander Moran Delgado

Gloria Reyes Robles

Daniel Quispe Cotacallana

Fanny Trejo Salazar

José Luis Ramírez

Maribel Gonzalez Ventocilla

Noelia Paiva Navarrete

Juan Pomares Bances

Nancy Fuentes Fiestas

Stalin Acevedo Berrios

Martha Ibañez Tremolada

PRÓLOGO (de revisión 2011)

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana se encuentra dentro de la relación de normas incluidas en el Plan de Revisión y Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobadas durante la gestión del ITINTEC (periodo 1966-1992).

A.2 La NTP 209.226:1984 fue aprobada mediante resolución R.D. N° 120-84 ITINTEC DG/DN del 84-05-07 y el Comité Técnico de Normalización de Cereales, leguminosas y productos derivados, Sub Comité de Trigo y productos derivados, la revisó acordando en su sesión de 2011-03-29, mantenerla vigente.

A.3 La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -CNB-, aprobó mantener vigente la presente norma, oficializándose como **NTP 209.226:1984 (Revisada el 2011) BOCADITOS. Requisitos**, el 14 de abril de 2011.

NOTA: Cabe destacar que la revisión de la presente Norma implica que ésta no ha sido modificada.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 209.226:1984 BOCADITOS. Requisitos. Las Normas Técnicas Peruanas que fueron dejadas sin efecto no figuran en la presente edición.

B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE CEREALES, LEGUMINOSAS Y PRODUCTOS DERIVADOS – SUB COMITÉ DE TRIGO Y PRODUCTOS DERIVADOS

Secretaría	Dirección General de Competitividad Agraria – Ministerio de Agricultura
Presidente	Amelia Huaranga
Secretario CTN	Magno <u>Meyhuay</u>
Secretario SCTN	José Luis Rabines

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Panificadora Bimbo del Perú S.A.	Henry Bautista Denisse Casariego
ALICORP S.A.A.	Jorge Martinez
Panera Ediciones S.A.C.	Nancy Fuentes
ASPAN	William <u>Heida</u>
<u>Granotec</u> Perú S.A.	Mercedes <u>Malache</u>
Industrias Teal S.A.	Amelia Aguilar Rosa Arcos
Dirección General de Competitividad Agraria	Juan Pomares
INIA	Agripina Roldán
UNALM	Martha <u>Ibañez</u>
CENAN	Sonia Córdova Percy Alfaro
Consultor	Sonia Bernaola

—oooOooo—

BOCADITOS. Requisitos

1	NORMAS A CONSULTAR	
	NTP 206.006	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Extracción y preparación de la muestra para el laboratorio
	NTP 206.007	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de cenizas
	NTP 206.011	BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad
	NTP 206.013	BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de la acidez
	NTP 206.016	GALLETAS. Determinación de peróxidos
	NTP 206.017	GALLETAS. Determinación del porcentaje de grasa
	NTP 207.003	AZÚCAR. Azúcar refinado. Requisitos
	NTP 209.001 ¹	ACEITES VEGETALES COMESTIBLES. Definiciones y requisitos generales

¹ La NTP 209.001 ha sido reemplazada por la NTP-CODEX STAN 210. ACEITES VEGETALES ESPECIFICADOS. Requisitos

NTP 209.006	ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación del índice de peróxido
NTP 209.016 ²	SAL PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA
NTP 209.038	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado
NTP 209.039	GLUTAMATO MONOSÓDICO MONOHIDRATADO PARA USO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL
NTP 209.102	ESPECIAS Y CONDIMENTOS. Determinación del contenido de sal (Cloruro de sodio)
NTP 209.111	ADITIVOS ALIMENTARIOS. Principios generales para el empleo de aditivos alimentarios
NTP 209.134 ³	ADITIVOS ALIMENTARIOS. Colorantes de uso permitido en alimentos

2 OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana define y establece los requisitos para los bocaditos fritos y extruidos.

² La NTP 209.016 ha sido reemplazada por la NTP 209.015:2006. SAL PARA CONSUMO HUMANO

³ La NTP 209.134 ha sido reemplazada por la NTP 209.701:2011 ADITIVOS ALIMENTARIOS. Colorantes y agentes de retención del color. Definiciones y clasificación

3 DEFINICIONES

3.1 **bocaditos:** Son productos alimenticios salados y/o dulces, fritos o extruidos no sometidos a la acción de leudantes químicos o biológicos; que tienen diversas formas de presentación y generalmente son envasados.

3.2 **bocaditos fritos:** Son aquellos que se obtienen luego de una fritura directa de la materia prima con el agregado posterior de sal o azúcar, saborizantes, colorantes u otros.

3.3 **bocaditos extruidos:** Son aquellos que se obtienen de una mezcla de materias primas previamente tratadas y que son sometidas a un proceso de extrusión.

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Por su sabor se clasificarán en:

4.1.1 Salados

4.1.2 Dulces

4.1.3 De sabores especiales

4.2 Por el proceso de elaboración:

4.2.1 Fritos

4.2.2 Extruidos

5 CONDICIONES GENERALES

5.1 Deberán fabricarse a partir de materias exentas de impurezas de toda especie, sustancias nocivas a la salud y en perfecto estado de conservación.

5.2 Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales, conforme a la NTP [209.134](#).

5.3 El expendio de bocaditos se efectuará en envases originales de fábrica y en buenas condiciones. Los envases no deberán presentar manchas de aceite, kerosene o cualquier producto extraño.

5.4 Los comerciantes de bocaditos, las bodegas y sitios de expendio en general deberán preservar el producto de la acción de la humedad, de los insectos, roedores, de la exposición directa al sol, polvo, entre otros.

6 REQUISITOS

6.1 Características organolépticas

6.1.1 Olor: Será el característico del producto.

6.1.2 Sabor: Será el característico del producto.

6.1.3 Textura: La crocantez característica del producto.

6.1.4 Color: Será el característico del producto

6.2 Características físico-químicas

6.2.1 El producto no deberá presentar síntomas de rancidez, sabores, colores u olores que indiquen su descomposición.

6.2.2 Las características químicas se detallan en la Tabla 1.

TABLA 1

Característica	Fritos	Extruidos
Humedad, máximo	3 %	6 %
Cenizas totales, máximo	4 %	4 %
Índice de peróxido, máximo	5 meq/kg	5 meq/kg
Índice de acidez, expresado en ácido oleico, máximo	0,30 %	0,30 %

6.3 Aditivos permitidos

6.3.1	Antioxidantes	} 200 mg/kg de grasa } máximo } solos o en combinación
6.3.1.1	<u>Butil hidroxianisol (BHA)</u>	
6.3.1.2	Ácido gálico y sus ésteres	
6.3.2	Emulsionantes: Lecitina, mono y diglicéridos	} De acuerdo a las prácticas correctas de fabricación
6.3.3	Conservadores: Ácido propiónico, ácido sórbico y sus sales.	
6.3.4	Acentuadores de sabor: Glutamato monosódico	

6.4 Requisitos microbiológicos

6.4.1 Deberá estar exento de microorganismos patógenos, hongos y levaduras.

7 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

La extracción de muestras y recepción se hará según la NTP [206.006](#).

8 MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 **Humedad:** Según la NTP [206.011](#).

8.2 **Cenizas totales:** Según la NTP [206.007](#).

8.3 **Determinación del Índice de peróxido:** Según la NTP [206.016](#).

8.4 **Determinación de acidez:** Según la NTP [206.013](#).

9 ENVASE Y ROTULADO

9.1 Envase

9.1.1 Se emplearán envases nuevos que reúnan las condiciones necesarias para que el producto mantenga la frescura y calidad requeridas, así como la suficiente protección en las condiciones normales de manipuleo y transporte.

9.2 Rotulado

9.21 El rotulado deberá cumplir con la NTP 209.038 y se incluirá especialmente:

9.2.1.1 Nombre comercial del producto.

9.2.1.2 Clasificación del producto según el Capítulo 4.

9.2.1.3 Clave, código o serie de producción.

9.2.1.4 Lista de los ingredientes utilizados, indicados en orden decreciente de proporciones.

9.2.1.5 Registro Industrial.

9.2.1.6 Autorización Sanitaria.

9.2.1.7 Cualquier otro dato requerido por Ley o Reglamento.

10 ANTECEDENTES

10.1 MONTES, Adolfo. Bromatología Tomo II. Editorial Universitaria. Buenos Aires. 1965.

10.2 Reglamento Sanitario de Alimentos.

10.3 NTP 206.001 Galletas. Requisitos

10.4 MATZ, Samuel. ~~Snack Food Technology~~. Colección AVI. 1976.

Anexo B. Reglamento Técnico Ecuatoriano: RTE INEN 060:2012 Bocaditos



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 060:2012

BOCADITOS.

Primera Edición

SNACKS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos.
AL 02.02-001
CDU: 642.2
CIIU: 3118
ICS: 67.080.20



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN



No. 11 374

MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD

SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución Política de la República del Ecuador, las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características;

Que el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio – OMC, se publicó en el Suplemento del Registro Oficial No. 853 de 2 de enero de 1996;

Que el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC en su artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros;

Que se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC;

Que el Anexo III del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas;

Que la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó "El Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología", modificada por la Decisión 419 de 31 de Julio de 1997;

Que la Decisión 562 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina, establece las "Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario";

Que mediante Ley No. 2007-76 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del jueves 22 de febrero del 2007, se establece el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a: "i) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia; ii) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana";

Que el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 15 literal b) de la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, ha formulado el Proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano. "Bocaditos"

Que en conformidad con el Artículo 2, numeral 2.9.2 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC, y el Artículo 11 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, este Reglamento Técnico Ecuatoriano fue notificado a la OMC en 2011-07-25 y a la CAN en el 2011-07-18 a través del Punto de Contacto y a la fecha se han cumplido los plazos preestablecidos para este efecto;



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN



Que la Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad conoció y aprobó el informe presentado por la Dirección de Gestión de Calidad, sobre el análisis de la norma materia de esta resolución, el cual recomienda aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 060 "BOCADITOS";

Que de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, el Ministerio de Industrias y Productividad es la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, en consecuencia, es competente para aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO, el REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 060 "BOCADITOS"; mediante su promulgación en el Registro Oficial, a fin de que exista un justo equilibrio de intereses entre proveedores y consumidores;

Que mediante Acuerdo Ministerial No. 11 446 de 25 de noviembre del 2011, la ministra de Industrias y Productividad delega a la Subsecretaría de la Calidad la facultad de aprobar y oficializar las propuestas de normas o reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos por el INEN en el ámbito de su competencia de conformidad con lo previsto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y en su Reglamento General; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley;

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el siguiente:

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 060 "BOCADITOS"

1. OBJETO

1.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos con la finalidad de prevenir los riesgos para salud y la vida de las personas y evitar prácticas que puedan inducir a error o engaño al consumidor.

2. CAMPO DE APLICACION

2.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano aplica a los siguientes productos que se fabriquen a nivel nacional, importen o se comercialicen en el Ecuador.

2.1.1 Productos de granos, cereales y semillas fritos u horneados que se comercializan envasados y enteros, tales como: tostado, maní, habas, garbanzos, semillas, entre otros.

2.1.2 Cuero y derivados expandidos de cerdo.

2.1.3 Productos de origen vegetal fritos u horneados que se comercializan envasados, tales como: hojuelas, productos extruidos, granos y cereales dilatados.

2.2 Estos productos se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
11.03.11.00.00	De trigo
1103.13.00.00	De maíz



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN



19.04	Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (por ejemplo: hojuelas o copos de maíz); cereales (excepto el maíz) en grano o en forma de copos u otro grano trabajado (excepto la harina, grañones y sémola), precocidos o preparados de otro modo, no expresados ni comprendidos en otra parte.
1904.10.00 .00	- Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado
1904.20.00 .00	- Preparaciones alimenticias obtenidas con copos de cereales sin tostar o con mezclas de copos de cereales sin tostar y copos de cereales tostados o cereales inflados
2301.10.10 .00	-- Chicharrones

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, se adoptan las definiciones contempladas en las siguientes Normas Técnicas Ecuatorianas: NTE INEN 2561, NTE INEN 2562, NTE INEN 2570 y además la siguiente:

3.1.1 *Derivados expandidos de cerdo.* Son los productos que se expanden o incrementan su volumen por aplicación de calor (como la tocineta expandida).

3.1.2 *Proveedor.* Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

4. CONDICIONES GENERALES SE APRUEBA

4.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

4.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos

4.3 Se permite la adición de los aditivos y colorantes establecidos en la NTE INEN 2074

4.4 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas

4.5 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.

4.6 El límite máximo de plaguicidas debe ser el que establece el Codex alimentarius CAC/MRL 1.

4.7 El límite máximo de contaminantes para estos productos debe ser el que establece el documento Codex CXS 193-2005, Contaminantes de los alimentos.

5. REQUISITOS DEL PRODUCTO

5.1 Los bocaditos de productos vegetales, deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1, 2 y con los numerales 5.1.1, 5.1.2 y 5.1.3 de este reglamento.

TABLA 1. Requisitos bromatológicos

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2074	

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 ⁷	10 ⁴	NTE INEN 1529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1529-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1529-7

Donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

5.1.1 Deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

5.1.2 Si se utiliza como ingrediente harina de trigo, este debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616, en lo referente a fortificación.

5.1.3 En los productos a base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina debe ser de 20 µg/kg .

5.2 Los bocaditos de cuero y derivados de cerdo deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 3 y 4 y con el numeral 5.2.1 de este reglamento.

TABLA 3. Requisitos bromatológicos

Requisito	Máximo
Humedad, %	5
Grasa, %	55
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10

TABLA 4. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10^3	10^2
E coli ufc/g	5	0	< 10	-
MOHOS ufc/g	5	0	10	10^2

Donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

5.2.1 El límite máximo de residuos de medicamentos veterinarios debe ser el que establece el Codex Alimentarius CAC/MRL 2.

5.3 Los bocadoitos de granos, cereales y semillas, deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 5, 6 y con los numerales 5.3.1 y 5.3.2 de este reglamento.

TABLA 5. Requisitos bromatológicos

Requisito	Máximo
Índice de peróxidos meq O_2 /kg (en la grasa extraída)	10

TABLA 6. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10^3	10^2
Mohos ufc/g	5	2	10	10^2
E coli ufc/g	5	0	< 10	-

Donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

5.3.1 Deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

5.3.2 En los productos con base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina debe ser de 20 μ g/ kg

6. REQUISITOS ROTULADO

6.1 El rotulado de los productos indicados en el numeral 2.1 de este reglamento debe cumplir con los requisitos del RTE INEN 022.



7. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD.

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para verificar el cumplimiento con este reglamento de los productos enlistados en el numeral 2.1 son los que a continuación se indican:

<i>Grasa y aceites. Determinación del índice de peróxido</i>	NTE INEN 277
<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento</i>	NTE INEN 518
<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa</i>	NTE INEN 523
<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, REP</i>	NTE INEN 1529-5
<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>	NTE INEN 1529-7
<i>Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra a profundidad</i>	NTE INEN 1529-10

8. MUESTREO

8.1 La selección de muestras para realizar los ensayos que se describen en este Reglamento Técnico Ecuatoriano se efectuará según la Norma ISO 8423. Planes sucesivos de muestreo para la inspección por variables para determinar el porcentaje no conforme (desviación típica conocida), ISO 8422 Planes sucesivos de muestreo para la inspección por atributos; CAC/GL 50-2004. Directrices generales sobre muestreo

8.2 Cuando se requiera certificar un lote de producción específico debe considerarse un plan de muestreo acordado entre las partes, teniendo en cuenta lo establecido en la NTE INEN 2859-1.

9. DOCUMENTOS NORMATIVOS CONSULTADOS O DE REFERENCIA

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2561 *Bocaditos de productos vegetales. Requisitos*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2562 *Bocaditos de cuero de cerdo. Requisitos*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2570 *Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2859-1 *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

ISO 8423 *Planes sucesivos de muestreo para la inspección por variables para determinar el porcentaje no conforme (desviación típica conocida)*

ISO 8422 *Planes sucesivos de muestreo para la inspección por atributos*

CAC/GL 50-2004 *Directrices generales sobre muestreo*

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 *Reglamento Técnico Ecuatoriano. Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empacados. Requisitos.*

Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN



Codex Alimentario CAC/MRL 1-2001 *Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas*

Codex Alimentario CAC/MRL 02-2005 *Lista de Límites Máximos para Residuos de Medicamentos Veterinarios*

Codex alimentario CXS 193-1995 (Enm. 2009) *Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*

CAC/RCP 67 – 2009 *Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.*

10. DEMOSTRACIÓN DEL CUMPLIMIENTO CON EL REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO

10.1 Los bocaditos deben cumplir con lo dispuesto en este documento y con las demás disposiciones establecidas en otras leyes y reglamentos vigentes aplicables a estos productos.

10.2 La demostración de la conformidad con el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano debe realizarse mediante la presentación de un certificado de conformidad, de acuerdo con lo que establece la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

10.3 Los productos que cuenten con el Sello de calidad del INEN, no están sujetos al requisito de certificación de conformidad con el Reglamento Técnico Ecuatoriano para su comercialización.

11. ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA EVALUACIÓN Y LA CERTIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD

11.1 La evaluación de la conformidad y la certificación de la conformidad exigida en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano debe ser realizada por entidades debidamente acreditadas o designadas de acuerdo con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

11.2 En el caso de que en el Ecuador no existan laboratorios acreditados o designados para este objeto, el organismo certificador utilizará, bajo su responsabilidad, datos de un laboratorio reconocido por el organismo certificador.

12. AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

12.1 El Ministerio de Salud Pública y las instituciones del estado que en función de sus leyes constitutivas tengan facultades de fiscalización y supervisión son las autoridades competentes para efectuar las labores de vigilancia y control del cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano, de acuerdo con lo que establece la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor y la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

13. TIPO DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

13.1 La fiscalización y/o supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano lo realizarán los organismos especializados competentes, en los locales comerciales de distribución y/o expendio de estos productos, sin previo aviso.



14. RÉGIMEN DE SANCIONES

14.1 Los proveedores de estos productos que incumplan con lo establecido en este Reglamento Técnico Ecuatoriano recibirán las sanciones previstas en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes, según el riesgo que implique para los usuarios y la gravedad del incumplimiento.

15. RESPONSABILIDAD DE LOS ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

15.1 Los organismos de certificación, laboratorios o demás instancias que hayan extendido certificados de conformidad o informes de laboratorio erróneos o que hayan adulterado deliberadamente los datos de los ensayos de laboratorio o de los certificados, tendrán responsabilidad administrativa, civil, penal y/o fiscal de acuerdo con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes.

16. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO

16.1 Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, lo revisará en un plazo no mayor a cinco (5) años contados a partir de la fecha de su entrada en vigencia, para incorporar avances tecnológicos o requisitos adicionales de seguridad para la protección de la salud, la vida y el ambiente, de conformidad con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

ARTICULO 2.- Disponer al Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, que de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 11 256 de 15 de julio del 2011, publicado en el Registro oficial No. 499 de 26 de julio del 2011, publique el REGLAMENTO TECNICO ECUATORINO RTE INEN 060 "BOCADITOS" en la página web de esa Institución. (www.inen.gob.ec).

ARTÍCULO 3.- Este Reglamento Técnico Ecuatoriano entrará en vigencia transcurridos ciento ochenta días calendario desde la fecha de su promulgación en el Registro Oficial.

COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE en el Registro Oficial.

Dado en Quito, Distrito Metropolitano, 26 de diciembre del 2011.

**Telga. Catalina Cárdenas
SUBSECRETARIA DE LA CALIDAD**

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: RTE INEN 060	TÍTULO: BOCADITOS.	Código: AL 02.02-901
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo Ministerial No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de

a

Comité Técnico de Reglamentación "BOCADITOS "

Fecha de iniciación: 2011-03-25

Fecha de aprobación: 2011-03-25

Integrantes del Comité:

NOMBRES:

Dra. Nelly Moreno (Presidente)
Dra. Rosa Chalen

Dra. Azucena Torres
Ing. Mireya Rodas
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE,
GUAYAQUIL
CARLI SNACKS S.A.
PEPSICO ALIMENTOS ECUADOR
INEN

Otros trámites:

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de reglamento
Oficializada como: Obligatorio Por Resolución No. 11 374 de 2011-12-26
Registro Oficial No. 638 de 2012-02-10

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-20 y Av. 6 de Diciembre
Caalla 17-01-3009 - Telfa: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gob.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gob.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenquayas@inen.gob.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencauca@inen.gob.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gob.ec
URL: www.inen.gob.ec**

Anexo C. Características organolépticas y grado de frescura para calamar gigante

Atributo	Descripción	1	2	3	4
Color	Característico de la especie (5)				
	Ligeramente Brillante (4)				
	Ligeramente opaco (3)				
	Rosado y sin brillo (2)				
	No aceptable, con pigmentación rosada (1)				
Olor	A fresco (5)				
	Característico a la especie (4)				
	Ligeramente ácido (3)				
	Agrio y fuerte (2)				
	No aceptable, con abombamiento (1)				
Textura	Muy firme (5)				
	Firme (4)				
	Ligeramente firme (3)				
	Ligeramente blando (2)				
	Flácida (1)				
Puntaje Total					

Fuente: (Alí Zegarra, 2004).

Denominación		Descripción	Puntaje
Aceptable (apto)	Superior	Buena	15 – 8
	Media	Regular	7 – 4
Rechazado (no apto)	Inferior	Recusable	4 ó menos

Anexo D. Características organolépticas de hojuelas

ATRIBUTOS	PUNTAJE
Olor y Sabor	
Agradable, suave, libre de sabores y olores extraños al producto	4
Agradable, suave, pero presencia de otros sabores y olores.	3
Fuerte olor y sabor a aceite o de otros ingredientes.	2
Desagradable	1
Rancio	0
Textura	
Totalmente crocante y esponjoso.	3
Parcialmente crocante y esponjoso.	2
Crocante, pero duro o "ligoso"	1
Sin crocancez, suave, elástico	0
Apariencia General	
Excelente: Total uniforme color y tamaño, apariencia porosa, suave y voluminosa.	4
Muy bueno: Igual que excelente, pero en cuanto a tamaño y color no tan uniformes.	3
Bueno: Uniforme el color y tamaño en un 50%, apariencia no tan porosa ni voluminosa.	2
Regular: Uniformidad de color y tamaño en un 25%, puntuaciones de grasa y ligero apostillado de hojuelas.	1
Rechazable: Total desuniformidad de color y tamaño, oleoso, abundantes hojuelas apostilladas.	0

Calificación por puntaje

Calificación	Puntaje
Excelente	11
Muy Buena	08 – 10
Bueno	05 – 07
Regular	02 – 04
Rechazable	00 – 01

Anexo E. Análisis Químico Proximal del calamar gigante (Pota)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS

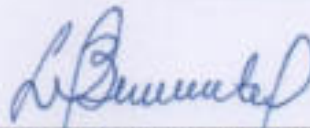
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 005-19
Muestra : TUBO DE POTA FRESCO
Solicitante : ANA MARIA GUZMAN NEYRA
Fecha de recepción : 01-03-2019

1. Análisis químico proximal


Componente	Cantidad (%)
Proteína	16.60
Humedad	81.30
Grasa	0.90
Ceniza	1.20

Arequipa, 15 de Marzo del 2019




M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.L.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

Anexo F. Contenido de acrilamida en hojuelas de papa lavado con Bicarbonato y Ácido cítrico



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Unasido CAMPUS UNIVERSITARIO H-204208 • ST 04 38208 ANEXO 1396
 SS laboratorioensayo@ucsm.edu.pe | http://www.ucsm.edu.pe | Apr 01, 1992
 AREQUIPA - PERU

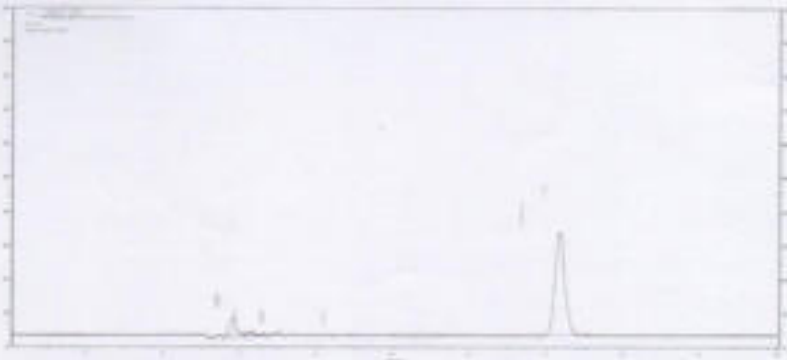


INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA06L18.003742A


Nombre del Cliente	: Ana Maria Guzman Neyra
Dirección del Cliente	: Av Tupac Amaru 806 Ciudad Blanca
RUC	: No corresponde
Condición del Muestreado	: Por el cliente
Descripción	: Hojuela de Pota varios
Tamaño de muestra	: 250 g
Fecha de Recepción	: 06/12/2018
Fecha de Inicio del Ensayo	: 06/12/2018
Fecha de Emisión de Informe	: 12/12/2018
Página	: 1 de 2

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Determinación de Acrilamida (ug/Kg) Método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC)	
Hojuela de papa (383)	70,86
Hojuela de papa (432)	69,41
Hojuela de papa (251)	68,98



Cromatograma del estandar de acrilamida



Anexo G. Cartilla de evaluación sensorial: Hojuelas de pota lavado con bicarbonato y ácido cítrico

Nombre: **Fecha:**

Instrucciones: Observe y pruebe cada muestra de Hojuelas de pota que se le presenta a continuación, yendo de izquierda a derecha, como aparece en la cartilla. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada muestra evaluando el atributo olor y sabor, colocando debajo de cada muestra el puntaje de acuerdo a su agrado utilizando la escala adjunta.

7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Atributo Sabor y Olor

383	432	251

Atributo Textura

383	432	251


Atributo Apariencia

383	432	251

Comentarios:


Gracias por su Colaboración

Anexo H. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota con sustitución de almidón por harina de arroz integral



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Unacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 352038 ANEXO 1188
 22 laboratorioensayo@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe 🌐 Apúta. 1350
 AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA06L18.003742B

Nombre del Cliente

Dirección del Cliente

RUC

Condición del Muestreado

Descripción

Tamaño de muestra

Fecha de Recepción

Fecha de Inicio del Ensayo

Fecha de Emisión de Informe

Página

: Ana María Guzmán Neyra

: Av Túpac Amaru 606 Ciudad Blanca

: No corresponde

: Por el cliente

: Hojuela de Pota varios

: 250 g

: 06/12/2018

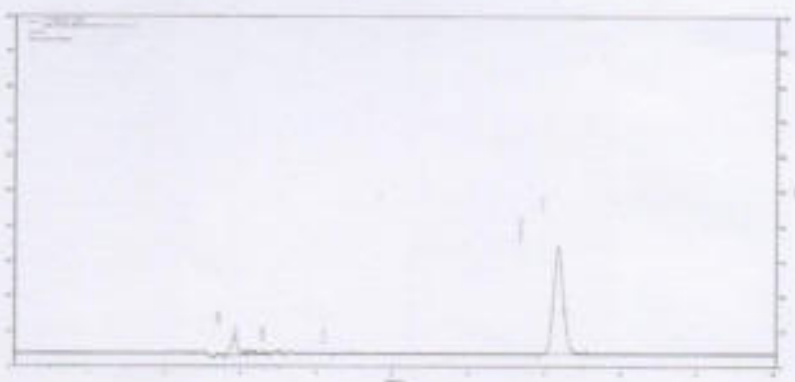
: 06/12/2018

: 12/12/2018


: 1 de 2

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Determinación de Acrilamida (ug/Kg) Método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC)	
Hojuela de pota (483)	67,23
Hojuela de pota (321)	45,23



Cromatograma del estándar de acrilamida



Anexo I. Cartilla de evaluación sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral

Nombre: **Fecha:**

Instrucciones: Observe y pruebe cada muestra de hojuelas que se le presenta a continuación, yendo de izquierda a derecha, como aparece en la cartilla. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada muestra evaluando el atributo textura, apariencia y sabor, colocando debajo de cada muestra el puntaje de acuerdo a su agrado utilizando la escala adjunta. En los comentarios coloque el código de la muestra que más le agrade de las tres

7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Atributo Sabor y Olor

383	432	483

Atributo Textura

383	432	483

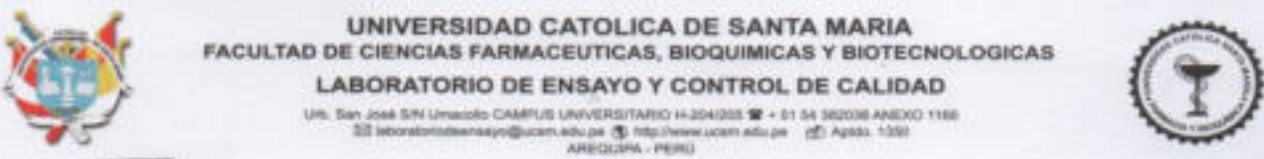
Atributo Apariencia

383	432	483

Comentarios:

Gracias por su Colaboración

Anexo J. Contenido de acrilamida en hojuelas de papa con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceite



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

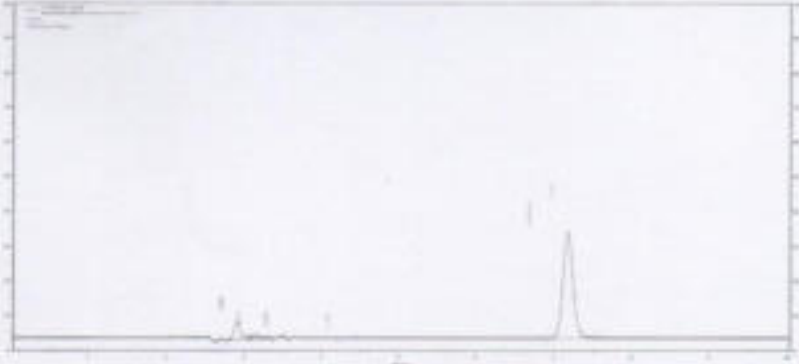
UPB. San José S/N Umasolo CAMPUS UNIVERSITARIO I-204/205 ☎ + 51 54 362038 ANEXO 1186
 ✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apdo. 1351
 AREQUIPA - PERU

INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA06L18.003742C


Nombre del Cliente	: Ana María Guzmán Neyra
Dirección del Cliente	: Av Túpac Amaru 606 Ciudad Blanca
RUC	: No corresponde
Condición del Muestreo	: Por el cliente
Descripción	: Hojuela de Papa varios
Tamaño de muestra	: 250 g
Fecha de Recepción	: 06/12/2018
Fecha de Inicio del Ensayo	: 06/12/2018
Fecha de Emisión de Informe	: 12/12/2018
Página	: 1 de 2

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Determinación de Acrilamida (ug/Kg) Método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC)	
Hojuela de papa (297)	30,15
Hojuela de papa (342)	17,25



Cromatograma del estándar de acrilamida



Anexo K. Cartilla de evaluación sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con diferentes tipos de aceite

Nombre: **Fecha:**

Instrucciones: Observe y pruebe cada muestra de hojuelas que se le presenta a continuación, yendo de izquierda a derecha, como aparece en la cartilla. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada muestra evaluando el atributo textura, apariencia y sabor, colocando debajo de cada muestra el puntaje de acuerdo a su agrado utilizando la escala adjunta. En los comentarios coloque el código de la muestra que más le agrade de las tres

7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Atributo Sabor y Olor

342	321	297

Atributo Textura

342	321	297


Atributo Apariencia

342	321	297

Comentarios:


Gracias por su Colaboración

**Anexo L. Contenido de acrilamida en hojuelas de pota con harina de arroz integral
fritados con de aceite de maíz a diferentes temperaturas**



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

UW. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO N-204/005 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1188
 ✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apdo. 1300
 AREQUIPA - PERU



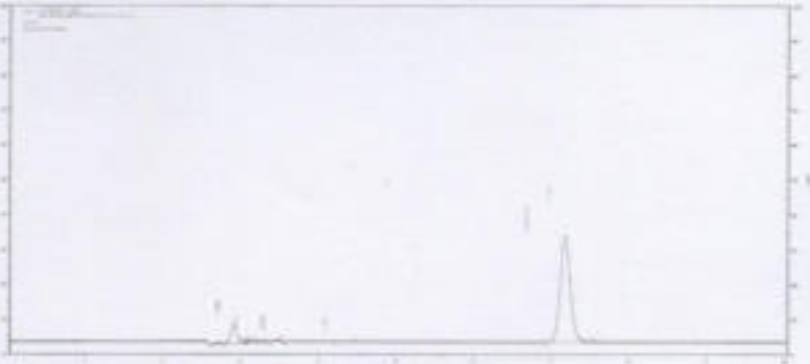
INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA06L18.003742D

Nombre del Cliente
 Dirección del Cliente
 RUC
 Condición del Muestreado
 Descripción
 Tamaño de muestra
 Fecha de Recepción
 Fecha de inicio del Ensayo
 Fecha de Emisión de Informe
 Página


: Ana María Guzmán Neyra
 : Av Túpac Amaru 606 Ciudad Blanca
 : No corresponde
 : Por el cliente
 : Hojuela de Pota varios
 : 250 g
 : 06/12/2018
 : 06/12/2018
 : 12/12/2018
 : 1 de 2

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Determinación de Acrilamida (ug/Kg) Método Cromatográfico de Alta Eficiencia (HPLC)	
Hojuela de pota (411)	< 0,001
Hojuela de pota (583)	< 0,001



Cromatograma del estándar de acrilamida



Anexo M. Cartilla de evaluación sensorial de hojuelas de pota con harina de arroz integral fritos con de aceite de maíz a diferentes temperaturas

Nombre: **Fecha:**

Instrucciones: Observe y pruebe cada muestra de hojuelas que se le presenta a continuación, yendo de izquierda a derecha, como aparece en la cartilla. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada muestra evaluando el atributo textura, apariencia y sabor, colocando debajo de cada muestra el puntaje de acuerdo a su agrado utilizando la escala adjunta. En los comentarios coloque el código de la muestra que más le agrade de las tres

7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Atributo Sabor y Olor

583	411	342

Atributo Textura

583	411	342

Atributo Apariencia

583	411	342

Comentarios:

Gracias por su Colaboración

Anexo N. Vida útil de las hojuelas de pota con arroz integral frito con aceite de maíz a 160°C (Índice de peróxidos)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS


CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 00164-19
Muestra : HOJUELAS DE POTA
Solicitante : ANA MARIA GUZMAN NEYRA
Fecha de recepción : 22-07-2019

1. Análisis químico (Índice de Peróxidos (meq de oxígeno por Kg de grasa))

Muestra	Temperatura		
	30°C	40°C	50°C
1	0.01	0.01	0.01
2	0.28	0.64	1.27
3	0.82	0.94	1.54
4	1.04	1.15	1.79
5	1.18	1.29	1.86
6	1.34	1.49	2.06
7	1.47	1.76	2.13
8	1.94	2.03	2.5
9	2.27	2.34	2.91
10	2.31	2.41	2.98
11	2.88	2.92	3.39
12	2.95	3.23	3.9
13	3.36	3.74	4.37
14	3.89	4.07	4.84
15	4.26	4.34	5.31

Arequipa, 07 de Agosto del 2019


M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

Anexo O. Análisis químico de las hojuelas de pota con harina de arroz integral

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 006-19
Muestra : HOJUELAS DE POTA
Solicitante : ANA MARIA GUZMAN NEYRA
Fecha de recepción : 05-03-2019

1. Análisis químico proximal

Componente	Cantidad (%)
Proteína	14.94
Humedad	3.77
Grasa	27.16
Ceniza	2.50
Carbohidratos	51.63

Arequipa, 15 de Marzo del 2019



M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.L.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados