

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

PUNO - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
“ADICIÓN DE FOSFATOS COMO MEJORADORES DE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y
MICRIBIOLÓGICAS EN EL FILETE DE TRUCHA ARCO IRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) ENVASADOS AL VACÍO”

TESIS

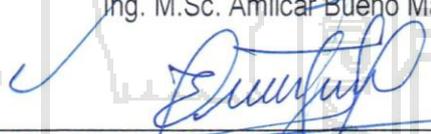
PRESENTADA POR:

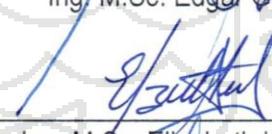
- Bach. Wilmer Adolfo PACORI MAMANI
- Bach. Wasinthon AGUILAR VILCA

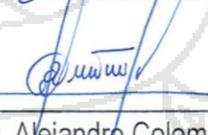
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO : 
Ing. M.Sc. Amilcar Bueno Macedo

PRIMER MIEMBRO : 
Ing. M.Sc. Edgar Gallegos Rojas

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. M.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez

DIRECTOR : 
Dr. Alejandro Coloma Paxi

ASESOR : 
Ing. M.Sc. Wilfredo Vasquez Quispesivana

PUNO - PERÚ
2015

ÁREA: Ingeniería y tecnología**TEMA: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes**

DEDICATORIA

A dios, por su bendición y estar en los momentos más difíciles de la vida

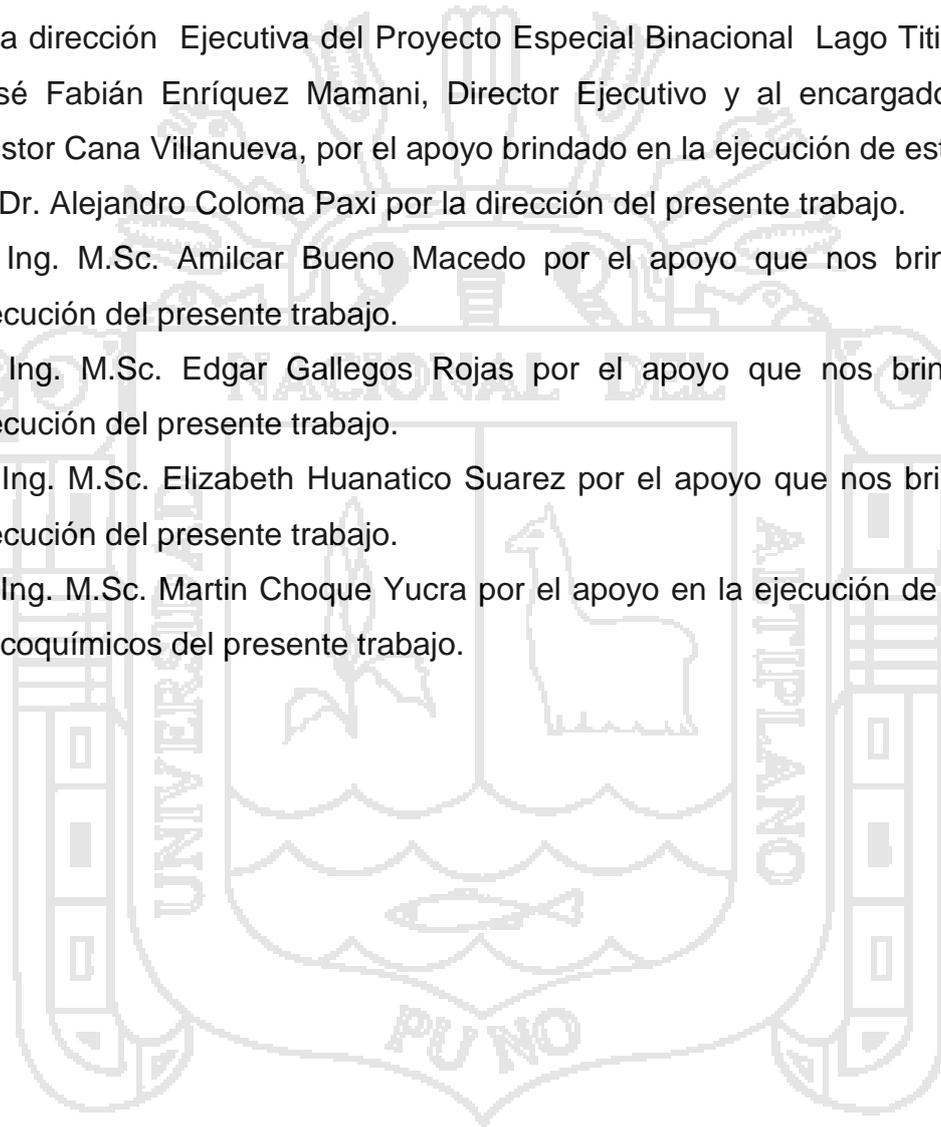
A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional.

A mis amigos y amigas por apoyarme en la conclusión del trabajo.



AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en especial a nuestros docentes por haber compartido sus conocimientos y contribuido para nuestra formación profesional.
- A la dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca PELT. José Fabián Enríquez Mamani, Director Ejecutivo y al encargado de planta Néstor Cana Villanueva, por el apoyo brindado en la ejecución de este trabajo.
- Al Dr. Alejandro Coloma Paxi por la dirección del presente trabajo.
- Al Ing. M.Sc. Amilcar Bueno Macedo por el apoyo que nos brindo para la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. M.Sc. Edgar Gallegos Rojas por el apoyo que nos brindo para la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. M.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez por el apoyo que nos brindo para la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. M.Sc. Martin Choque Yucra por el apoyo en la ejecución de los análisis fisicoquímicos del presente trabajo.



INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. MARCO TEORICO.....	3
2.1. La trucha.....	3
2.1.1. Ubicación taxonómica.....	3
2.1.2. Composición química.....	4
2.1.3. Propiedades microbiológicas.....	5
2.1.4. Características generales del pescado.....	7
2.1.5. Componentes fundamentales del pescado.....	8
2.1.6. Sistema proteico muscular.....	10
2.1.7. Propiedades funcionales de las proteínas cárnicas.....	10
2.1.8. Parámetros químicos.....	12
2.1.9. Parámetros físicos.....	12
2.1.10. Características organolépticas.....	13
2.2. Proceso industrial de la producción de la trucha.....	14
2.2.1. Obtención de ovas a partir de reproductores en cautividad.....	14
2.2.2. Incubación de ovas, eclosión de los mismos y cultivo larvario.....	15
2.2.3. Pre engorde.....	15
2.2.4. Engorde.....	15
2.2.5. Cosecha.....	15
2.2.6. Procesamiento.....	15
2.3. Industria de la trucha en el Perú.....	18
2.3.1. Producción Nacional de Trucha.....	18
2.3.2. Oferta de trucha según tipo de producto.....	19
2.4. Fosfatos.....	20
2.4.1. Clasificación y nomenclatura.....	20
2.4.2. Propiedades físicas, químicas y funciones.....	21
2.4.3. Aplicaciones generales.....	23
2.4.4. Legislación.....	24
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1. Lugar de experimentación.....	27
3.2. Material de experimentación.....	27
3.3. Equipos Materiales y reactivos.....	27
3.3.1. Equipos.....	27
3.3.2. Materiales de laboratorio.....	28
3.3.3. Reactivos.....	29
3.3.4. Otros.....	29
3.4. METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO.....	30

3.4.1.	Descripción del proceso para la obtención del filete de trucha (muestra).....	30
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
3.5.1.	Variables independientes.....	34
3.5.2.	Variables dependientes.....	35
3.6.	DISEÑO ESTADISTICO.....	35
3.7.	METODOS DE ANALISIS.....	36
3.7.1.	Evaluación sensorial de los filetes de trucha.....	36
3.7.2.	Determinación fisicoquímica en los filetes de trucha.....	37
3.7.3.	Análisis microbiológico.....	41
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	43
4.1.	Evaluación Sensorial del filete de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) envasado al vacío.....	43
4.1.1.	Evaluación sensorial de apariencia.....	46
4.1.2.	Evaluación sensorial de Olor.....	48
4.1.3.	Evaluación sensorial de Color.....	50
4.1.4.	Evaluación sensorial de Textura.....	50
4.1.5.	Evaluación de Análisis Sensorial Total.....	52
4.2.	Evaluación fisicoquímica en el filete de trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) envasado al vacío.....	55
4.2.1.	Evaluación de capacidad de retención de agua (CRA).....	58
4.2.2.	Evaluación fisicoquímica de textura.....	60
4.2.3.	Evaluación fisicoquímica de pH.....	62
4.2.4.	Evaluación fisicoquímica del índice de peróxidos.....	65
4.2.5.	Evaluación fisicoquímica de traza residual.....	67
4.3.	Análisis microbiológico.....	70
V.	CONCLUSIONES.....	75
VI.	RECOMENDACIONES.....	76
VII.	BIBLIOGRAFIA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACION.....	77
VIII.	ANEXOS.....	81

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Composición por 100 gramos de porción comestible.....	4
Cuadro 2. Composición química de la trucha comparada con otros productos.....	5
Cuadro 3. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas.....	6
Cuadro 4. Medias de los indicadores microbiológicos en la trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	7
Cuadro 5. Cosecha de la actividad de acuicultura continental y marítimo según especie.....	18
Cuadro 6. Producción Nacional de Truchas en TM (2006-2009).....	19
Cuadro 7. Oferta de trucha comercial según tipo de producto TM.....	20
Cuadro 8. Pirofosfatos y polifosfatos de sodio.....	21
Cuadro 9. Propiedades de los fosfatos comúnmente utilizados.....	22
Cuadro 10. Dosificación de Fosfatos según el CODEX para aditivos alimentarios.....	26
Cuadro 11. Dosificación de fosfatos según MAPA-Brasil, Ministerio de agricultura, pecuaria y abastecimiento (Brasil).....	26
Cuadro 12. Matriz de variables de la investigación.....	35
Cuadro 13. Descripción del análisis de varianza para el modelo estadístico.....	36
Cuadro 14. Valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de la tabla ANOVA para la evaluación sensorial.....	43
Cuadro 15. Prueba de comparación múltiple de Tukey para ($Pr \leq 0.05$) para P (fosfatos), C (concentraciones) y T (tiempo) para los diferentes atributos sensoriales.....	44
Cuadro 16. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x C (concentración). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los atributos sensoriales.....	45
Cuadro 17. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los atributos sensoriales.....	45
Cuadro 18. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C (concentración) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los atributos sensoriales.....	46
Cuadro 19. Valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de la tabla ANOVA para los análisis de características fisicoquímicas.....	55
Cuadro 20. Prueba de comparación múltiple de Tukey para ($Pr \leq 0.05$) para P (fosfatos), C (concentraciones) y T (tiempo) para los diferentes análisis de las características fisicoquímicas.....	56
Cuadro 21. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x C (concentración). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los análisis de propiedades fisicoquímicas.....	57

Cuadro 22.	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los análisis de propiedades fisicoquímicas.....	57
Cuadro 23.	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C (concentración) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los análisis de propiedades fisicoquímicas.....	58
Cuadro 24.	Valores obtenidos del análisis microbiológico para Aerobios mesofilos Viables y Echerichia Coli.....	70
Cuadro 25.	Valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de tabla de ANOVA para P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo) y sus respectivas interacciones del análisis microbiológico de Aerobios mesofilos.....	71
Cuadro 26.	Prueba de comparación múltiple de Tukey para ($Pr \leq 0.05$) para P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo) del análisis microbiológico de Aerobios mesofilos.....	72



INDICE DE FIGURAS

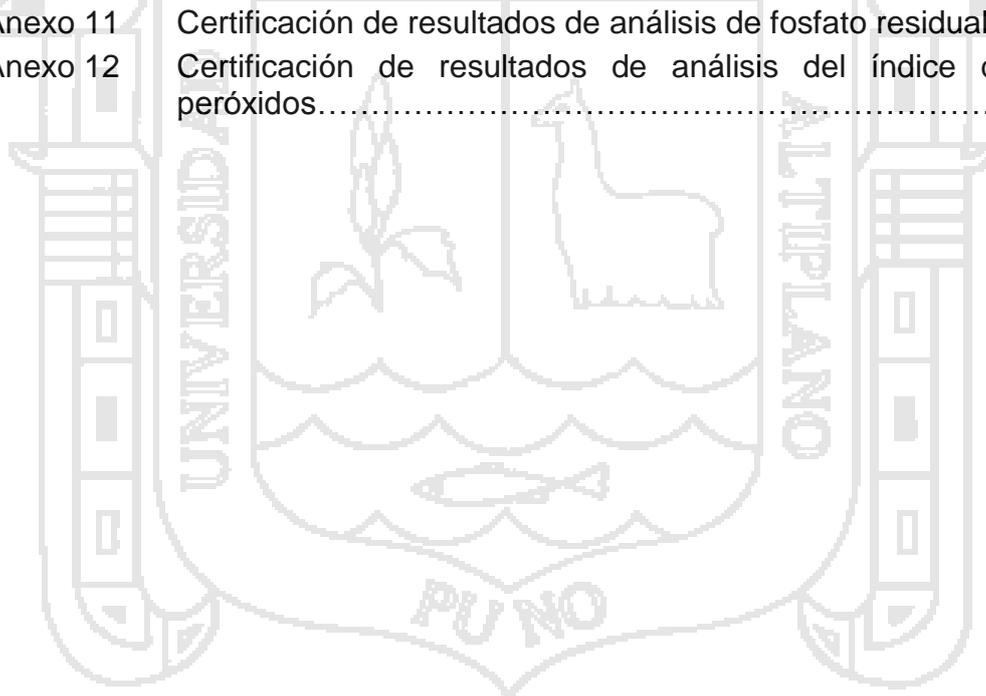
	Pag.
Figura 1	4
Figura 2	8
Figura 3	11
Figura 4	17
Figura 5	30
Figura 6.	34
Figura 7	40
Figura 8	40
Figura 9	41
Figura 10	49
Figura 11	51
Figura 12	53
Figura 13	53
Figura 14.	59
Figura 15	64
Figura 16	66
Figura 17.	69
Figura 18	73
Figura 19	114
Figura 20	114
Figura 21	114
Figura 22	115
Figura 23	115
Figura 24	115
Figura 25	116
Figura 26.	116
Figura 27	117
Figura 28	117

Figura 29.	Estufa eléctrica.....	117
Figura 30.	Autoclave para esterilización.....	118
Figura 31	Preparación para sembrar el cultivo.....	118
Figura 32	Dilución de las alícuotas.....	118
Figura 33	Muestras para la evaluación de E. Coli.....	119
Figura 34	Esterilización de materiales para del cultivo de muestras.....	119
Figura 35	Desarrollo de cultivo en placa petri.....	119
Figura 36	Evaluación de muestra para presencia de E. Coli.....	120
Figura 37	Balanza analítica.....	120
Figura 38	Centrifugadora de laboratorio.....	120
Figura 39	Preparación de las muestras patrón.....	121
Figura 40	Muestras incineradas.....	121
Figura 41	Muestras para análisis de fosfatos.....	121
Figura 42	Ebullición de las muestras.....	122
Figura 43	Equipo del texturometro.....	122
Figura 44	Prueba de textura en filete de trucha.....	122



INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 01	Cartilla de evaluación sensorial..... 81
Anexo 02	Resultados obtenidos de la evaluación sensorial (apariciencia, color, textura y olor del filete de trucha según norma CAC/GL 31-1999)..... 84
Anexo 03	Resultados obtenidos para la evaluación de capacidad de retención de agua (CRA)..... 96
Anexo 04	Resultados obtenidos para la evaluación de pH..... 98
Anexo 05	Resultados obtenidos para la evaluación de textura..... 101
Anexo 06	Resultados obtenidos para la evaluación del Índice de peróxido..... 104
Anexo 07	Resultados obtenidos para la evaluación de traza residual de fosfatos..... 108
Anexo 08	Resultados obtenidos para la evaluación microbiológica (aerobios mesofilos)..... 112
Anexo 09	Preparación de las mezclas de fosfatos y muestras..... 114
Anexo 10	Análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico..... 117
Anexo 11	Certificación de resultados de análisis de fosfato residual... 123
Anexo 12	Certificación de resultados de análisis del índice de peróxidos..... 124



RESUMEN

El efecto de la adición de fosfatos como mejoradores de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasadas al vacío, utilizando tres variables experimentales; mezclas de fosfatos (Tripolifosfato de sodio – STP, Hexametáfosfato de sodio – SHMP, mezcla comercial - MC), en concentraciones al (3, 6 y 9 %) en tiempos de inmersión (5, 10 y 15 minutos). Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, propiedades sensoriales y la actividad microbiana. La trucha fue eviscerada, lavada, fileteada, sometida a diferentes tratamientos y envasada al vacío. La metodología escogida para realizar el análisis sensorial fue la técnica de Análisis Descriptivo Cuantitativo QDA. Los resultados mostraron que la adición de mezclas de fosfatos afectó a las propiedades sensoriales en cuanto al olor, apariencia y Textura, tuvieron diferencia estadística altamente significativa en el factor concentración, presentando mejores resultados la concentración C3 al (9%), con excepción de la evaluación de color, en la evaluación sensorial total presenta diferencia significativa el factor concentración presentando la mejor evaluación la concentración C1 al (3%), en el análisis fisicoquímico de CRA y pH presentaron diferencia estadística altamente significativa para el factor concentración, presentando la mejor evaluación la concentración C3 al (9%) con excepción de la evaluación de traza residual que presenta mejor evaluación para las concentraciones C1 al (3%), en el análisis fisicoquímico de Textura presentó diferencia estadística significativa para el factor de tiempo, presentando la mejor evaluación el tiempo de inmersión T1 de (5 minutos), para el análisis de índice de peróxido presentó diferencia estadística significativa para el factor mezcla de fosfato, presentando mejor evaluación la mezcla de (Tripolifosfato de sodio - STP 50% + Mezcla comercial 50%), para el análisis microbiológico en la evaluación de aerobios mesófilos presentó diferencia estadísticamente significativa con respecto al factor concentración donde presentó mejor evaluación la concentración C3 al (9%), finalmente se concluye, que las concentraciones al 6 y 9% de (Tripolifosfato de sodio - STP 50% + Mezcla comercial - MC 50%) en inmersión de 5 minutos mejoran la capacidad de retención de agua, pH, textura, índice de peróxidos, presentó menor traza residual y mejoran las propiedades sensoriales e inhiben el desarrollo microbiano.

Palabras claves: Filete de trucha, tripolifosfato de sodio, hexametáfosfato de sodio, envasado al Vacío.

I. INTRODUCCION

La acuicultura es una de las actividades económicas de mayor desarrollo en el mundo, La demanda de pescado y de productos derivados está en crecimiento, porque la carne de pescado tiene cualidades benéficas para la salud. La acuicultura permite producir grandes cantidades de proteínas en poco espacio y con tecnologías puestas en práctica (Brack, 2007) y dentro de éstos, la familia de los salmónidos forma uno de los grupos que favorece de manera más efectiva a dicha demanda (Garcia, Núñez, Chacón, Alfaro, & Espinosa, 2004).

La calidad de la canal y carne de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de las aguas continentales pueden estar influenciadas por las condiciones en que se producen, al mismo tiempo la industria de los alimentos requiere carne con adecuadas características tecnológicas, ya que los consumidores demandan productos cárnicos de alta calidad nutritiva y bajos niveles de grasa, mientras que al productor le interesan los grandes rendimientos (Garcia y et al, 2004).

El agua siendo un componente principal en la carne de pescados, tiene mucha influencia en las características sensoriales, en la vida útil y en la calidad del producto. Las proteínas del pescado son más sensibles a los cambios en la refrigeración, congelación, almacenamiento en congelación, descongelación que otras carnes (Goncalves & Duarte, 2008).

Los fosfatos tienen una amplia aplicación en la industria pesquera como un agente mejorador de la calidad en el proceso de productos acuáticos (Goncalves & Duarte, 2008). Dentro de las propiedades funcionales de los fosfatos en el pescado y productos derivados, se encuentra la retención de la humedad y de los sabores naturales, por la inhibición de la pérdida de fluidos durante la distribución y la venta previa. También ayuda a la emulsificación (sobre todo en productos tipo salchichas), a la inhibición del proceso de oxidación lipídica (gracias a la quelación de los iones metálicos), a la estabilización del color y a la crioprotección, extendiéndose de ese modo, su vida útil (Goncalves, Rech, Rodrigues, & Teixeira, 2008).

Según estudios realizados se ha visto que los fosfatos tienen un efecto antimicrobiano, lo cual presenta una alternativa de uso en el procesamiento de carne y pescado para aumentar su vida en anaquel. Así mismo, pueden ser una alternativa para mejorar distintos aspectos de calidad (jugosidad, estabilidad del color, mejorar la apariencia, preservar las características de frescura, etc.) en la carne y pescados; adicionando los fosfatos al agua utilizada para el enfriamiento (Cossio, 2008).

No obstante, es necesario realizar la evaluación del efecto de la adición de fosfatos en el musculo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), para fines de mejoramiento de las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales. Según las consideraciones mencionadas se han planteado los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Evaluar la adición de fosfatos como mejoradores de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío.

1.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de la concentración, mezcla de fosfatos y tiempo de inmersión en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío sobre las características sensoriales (apariencia, color, olor, textura).

Determinar el efecto de la concentración, mezcla de fosfatos y tiempo de inmersión en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío sobre las características fisicoquímicas (Textura, capacidad de retención de agua, índice de peróxido, pH y traza residual de fosfatos).

Determinar el efecto de la concentración, mezcla de fosfatos y tiempo de inmersión en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío sobre las características microbiológicas (aerobios mesofilos y *Echerichia Coli*).

II. MARCO TEORICO

2.1. La trucha

La trucha Arco iris es la especie de los salmónidos que más se adapta a las aguas del Departamento de Puno, y cuyo ciclo biológico se puede controlar en cautiverio. Es un pez de cuerpo fusiforme, cubierto de escamas y mucus; el dorso es de color azulado y los flancos laterales de color plateado iridiscente. La parte ventral es de color blanco cremoso. Tanto en el dorso como en los flancos, presenta manchas lunares negras y marrones. El macho se diferencia de la hembra por tener el cuerpo más alargado y la cabeza triangular, en cambio la hembra tiene el cuerpo más ensanchado y cabeza redonda (Yapuchura, 2002).

La trucha es ovípara, la reproducción artificial es una de las actividades del proceso por la cual fecundan los huevos de las hembras, homogeneizándolas con el esperma de los machos. Es un animal carnívoro y voraz, que en cautiverio puede cambiar fácilmente su régimen alimentario a los alimentos secos concentrados en forma de gránulos o pelets. La temperatura óptima para su crecimiento, y reproducción, varía entre 9°C y 17.5°C; pudiendo tolerar temperaturas inferiores pero con retraso en su crecimiento.

2.1.1. Ubicación taxonómica. La trucha arco iris tiene la siguiente ubicación taxonómica según (Rojas, 2008):

Reino : Animal
Sub Reino: Metazoos
Phylum: Chordata
Sub Phylum: Vertebrata
Orden: Salmoniformes
Sub Orden: Salmonidei
Familia: Salmonidae
Súper Clase: Gnastosthomata
Clase: Osteichyes
Sub Clase: Actinopterygii
Género: Oncorhynchus
Especie: mykiss
Nombre común: Trucha arco Iris.



Figura 1. Trucha arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*).

2.1.2. Composición química

La composición química de los peces varía considerablemente entre las diferentes especies y también entre individuos de una misma especie, dependiendo de la edad, sexo, medio ambiente y estación del año. Los principales constituyentes son: proteínas, lípidos, cenizas, humedad y extracto no nitrogenado (Huss, 1988).

Cuadro 1. Composición por 100 gramos de porción comestible.

Composición Nutricional	Cantidad
Calorías (kCal)	89,8
Proteínas (g)	15,7
Grasas (g)	3,0
G. Saturadas (g)	0,4
G. Monoinsaturadas (g)	0,7
G. Poliinsaturados (g)	1,0
Hierro (mg)	1,0
Magnesio (mg)	28,0
Potasio (mg)	250
Fosforo (mg)	250
Zinc (mg)	0,8
B1 o tiamina (mg)	0,1
B2 o riboflavina (mg)	0,1
B3 o niacina (µg)	5,1
Vitamina A (µg)	14,0

FUENTE: Manual HACCP (Piscifactoria de los Andes S.A).

El cuadro 1 presenta la composición química de la trucha. En donde se observa que el contenido de proteínas es alrededor 15,7 g en 100 g de la porción comestible.

Cuadro 2. Composición química de la trucha comparada con otros productos

	Vaca	Pollo	Cerdo	Ovino	Trucha
Proteína	17,0%	18,3%	14,5%	16,4%	18,5%
Grasa	21,8%	9,3%	37,3%	31,1%	1,0%
Mineral	1,0%	1,0%	0,7%	1,0%	3,0%
Humedad	50,9%	70,2%	46,8%	50,6%	75,0%

FUENTE: (Yapuchura, 2002).

El cuadro 2 presenta la composición química de la trucha comparado con la carne de vaca, pollo, cerdo y ovino, en donde se observa que el porcentaje de proteína de la trucha es superior comparado con las otras carnes, así mismo la humedad es mayor que otras especies, y el porcentaje de grasa es menor que los demás.

2.1.3. Propiedades microbiológicas

La calidad microbiológica de la trucha arco iris puede estar influenciada significativamente por el sistema de producción empleado, así como por la cantidad y calidad del agua de los estanques piscícolas (Pullela, Fernandez, Flick, Libey, Smith, & Coale, 1998) por otra parte, el pescado y productos pesqueros son considerados como vehículos portadores de bacterias. La Autoridad sanitaria Oficial establece los requisitos microbiológicos, los parámetros que se indican a continuación (Cuadro 3), se utilizan para la certificación sanitaria de los productos hidrobiológicos de consumo humano (Ministerio de Salud, 2008).

Cuadro 3. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas.

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite por g	
					M	M
Aeróbios mesófilos (30°C)¹	2	3	5	2	5x10 ⁵	10 ⁶
Aeróbios mesófilos²	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Aerobios Mesófilos³	1	3	5	3	5x10 ⁵	10 ⁶
Escherichia coli^{1, 3}	4	3	5	3	10	10 ²
Staphylococcus aureus^{1, 3}	7	3	5	2	10 ²	10 ³
Staphylococcus aureus²	1	3	5	1	10	10 ²
Salmonella sp.^{1, 2}	10	2	5	0	Ausencia/25g
Vibrio cholerae¹	10	2	5	0	Ausencia/25g	..
Vibrio parahaemolyticus¹	10	2	5	0	Ausencia/25g	10 ³
Enterobacterias²	2	3	5	2	10 ²	10 ⁴
Anaerobios sulfito reductores²	5	3	5	2	10 ³	

n = Número de unidades que comprende la muestra.

c = Número de unidades de muestras cuyas cantidades de bacterias están entre m y M.

m = Límite por debajo del cual, los resultados son considerados aceptables.

M = Aceptación límite por encima del cual, los resultados son considerados inaceptables.

(1)Criterios microbiológicos aplicados para productos hidrobiológicos crudos (frescos, congelados ó ahumados en frío).

(2)Criterios microbiológicos aplicados para productos hidrobiológicos ahumados en caliente.

(3)Criterios microbiológicos aplicados para productos hidrobiológicos empanizados crudos congelados.

FUENTE: Manual HACCP (Piscifactoria de los Andes S.A).

Se ha realizado estudios sobre la carga microbiológica en el tejido superficial de la trucha arco iris donde se tiene los siguientes resultados.

Cuadro 4. Medias de los indicadores microbiológicos en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Sistema de Producción	Coliformes Totales (NMP/mL)			Mesofilos Aerobios (UFC/mL)		
	Invierno	Verano	M.S.P.	Invierno	Verano	M.S.P.
Rustico	6.16 n=10	7.08 n=2	6.61 ^a	602.56	102329.3	7943.28 ^a
Concreto	1.74 n=16	1.78 n=12	1.78 ^a	812.83	7413.1	2454.71 ^a
C. Rápida	2.24 n=14	5.01 n=14	3.31 ^a	125.89	9772.37	1096.48 ^a
M.E.	2.88 ^a	3.98 ^a		398.11	19498.45 ^b	

(García, Nuñez, Chacón, Alfaro, & Espinosa, 2003)

NMP= número más probable; UFC= unidades formadores de colonias, C. rápida= corriente rápida; n= tamaño de muestra por sistema de producción y época; M.S.P = media por sistema de producción, M.E= media por época; ab medias marginales con literales diferentes por tipo de microorganismos para sistemas de producción y época indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.005$).

2.1.4. Características generales del pescado

a) El músculo de pescado

El colágeno es el mayor constituyente del tejido conectivo intramuscular de los peces ejerciendo una importante función en la textura de su carne a pesar de diferencias, fundamentalmente la estructura y comportamiento del músculo de pescado son iguales a los animales de sangre caliente, aunque la proporción de tejido conjuntivo (3 a 10%) sea menos; además el colágeno empieza a gelatinizarse entre 30 y 45° C, según la especie pesquera. Estas particularidades explican al mismo tiempo la relativa blandura y alto nivel nutritivo de la carne de pescado. Las fibras musculares del pescado son cortas (3 cm) y ordenadas en láminas llamadas *miotomos*. Hay un 10% de carne oscura, músculo motor lento y aerobio, rico en hemoproteínas (que cataliza la oxidación de

los lípidos después de la muerte). Las proteínas estructurales representan el 65 al 75% de las proteínas totales; la *miosina* (sobre un 40%) varía de una especie de pescado a otra y es más difícil de separar de la *actina* (15 a 20%) y rica en grupos sulfidrilos (SH) libres; es más sensible a las enzimas proteolíticas, al calor, desecación, que la miosina del musculo de los animales de sangre caliente. Por el contrario la actina es menos variable y más similar a su homóloga de los mamíferos (Chettel y Chettel, 1999).

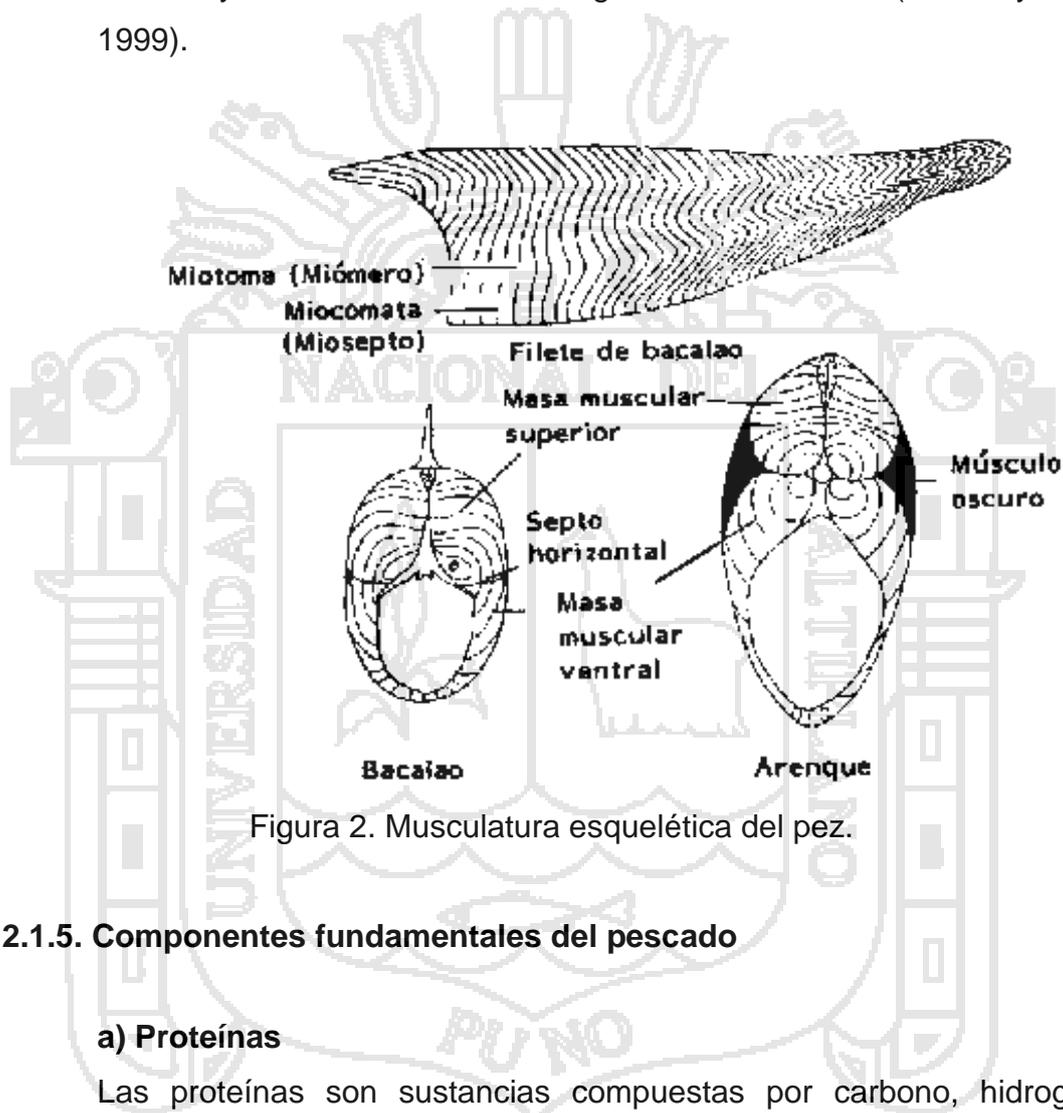


Figura 2. Musculatura esquelética del pez.

2.1.5. Componentes fundamentales del pescado

a) Proteínas

Las proteínas son sustancias compuestas por carbono, hidrogeno y nitrógeno, con la presencia de algún otro elemento como fosforo, hierro y azufre, después del agua, las proteínas representan la parte más importante del organismos de los peces, moluscos y crustáceos (Madrid, Vicente, & Madrid, 1999)

La mayor parte de los compuestos nitrogenados están formando parte de las proteínas. El conocimiento y propiedades de los diferentes

componentes nitrogenados tienen gran interés práctico dado que las características propias del músculo dependen en gran medida de la concentración y proporción de tales componentes (Ordoñez et al, 1998).

b) Grasa

Los lípidos son compuestos de carbono, hidrogeno y oxígeno (con predominio del hidrogeno). Con gran poder energético, que forma parte de los seres vivos, en los peces moluscos y crustáceos, los lípidos más abundantes son los triglicéridos, que contienen ácidos grasos saturados y poliinsaturados, la presencia de los ácidos grasos poliinsaturados en los peces hace que el punto de fusión de la grasa sea bajo, por lo que muchas veces dan el aspecto de aceitosos, esto es una ventaja desde el punto de vista de la alimentación humana, ya que se ha comprobado que los alimentos con ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados son beneficiosos para prevenir enfermedades del corazón, cáncer, artritis, etc. (Madrid et al, 1999).

c) Otros compuestos menores

Compuestos nitrogenados no proteicos son sustancias minoritarias del pescado que están disueltas en el sarcoplasma y en el líquido intercelular. Un 95% o más del nitrógeno no proteico está formado por aminoácidos libres, dipeptidos, compuestos de guanidina, óxido de trimetilamina y sus derivados, urea, nucleótidos y compuestos afines. En general los aminoácidos libres se encuentran en pequeñas cantidades en el músculo de los peces marinos y fluviales (Ordoñez et al, 1998).

d) Minerales y vitaminas

El pescado tiene una gran variedad de minerales, los más abundantes son el calcio, fósforo, sodio, potasio y magnesio. En cantidades traza pueden encontrarse yodo, hierro, cobre, flúor, cobalto y cinc, algunos pescados son excelentes fuentes de calcio en concentraciones que varían de 5 a 200mg por 100g de producto (Ordoñez et al, 1998).

El contenido de vitaminas del pescado varía en especies, edad, estación, madurez sexual y área geográfica de captura. La vitamina A se encuentra concentrada en las vísceras especialmente el hígado. El musculo oscuro, al ser más rico en grasa que el musculo claro, también en vitamina A, el contenido de vitamina D depende de las especies. A diferencia de las vitaminas liposolubles, las hidrosolubles son más abundantes en la carne que en las vísceras (Ordoñez et al, 1998).

2.1.6. Sistema proteico muscular

Muchas de las propiedades gastronómicas o nutricionales de la carne y del pescado tales como la textura, su comportamiento ante los diversos sistemas de cocción o conservación, pérdida de jugos, etc., están ligados a la estructura del sistema proteico muscular, así como las reacciones bioquímicas que en él se realizan, el musculo está formado por: las fibras; el tejido conjuntivo que los rodea y que contiene los vasos sanguíneos y nervios; el tejido lipidico y finalmente la mioglobina, que le da su color rojo y sirve como reserva de oxígeno. Contiene un 75% de agua; 20% de proteínas; 3% de lípidos (en algunos pescados es mas), de los cuales un 0.3 a 1% son fosfolipidos ; 1.2% de glúcidos; 0.7% sales minerales (de las que 38% son iones potasio intracelulares y 7% iones sodio extracelulares) (Cheftel y Cheftel, 1999).

2.1.7. Propiedades funcionales de las proteínas cárnicas

Las propiedades funcionales de las proteínas cárnicas se deben generalmente a las proteínas miofibrilares y tienen mucha importancia tanto en la elaboración de productos cárnicos como en su calidad. Entre estas propiedades destacan.

- Capacidad de retención de agua.
- Capacidad de emulsión.
- Capacidad de gelificación.

- Capacidad de formación de espuma.
- Viscosidad.

Así mismo menciona que no existe ninguna proteína cárnica que reúna todas estas propiedades en la medida adecuada que requiere un producto cárnico elaborado, por lo que se elaboran o introducen estas propiedades deseables mediante tratamientos físicos, químicos o enzimáticos. Así, por ejemplo se añaden a los productos cárnicos proteínas vegetales y muy particularmente las de soja, que además del alto valor biológico y mejorar propiedades funcionales, abarata el costo de estos productos (Carballo, Lopez, & Madrid, 2001).

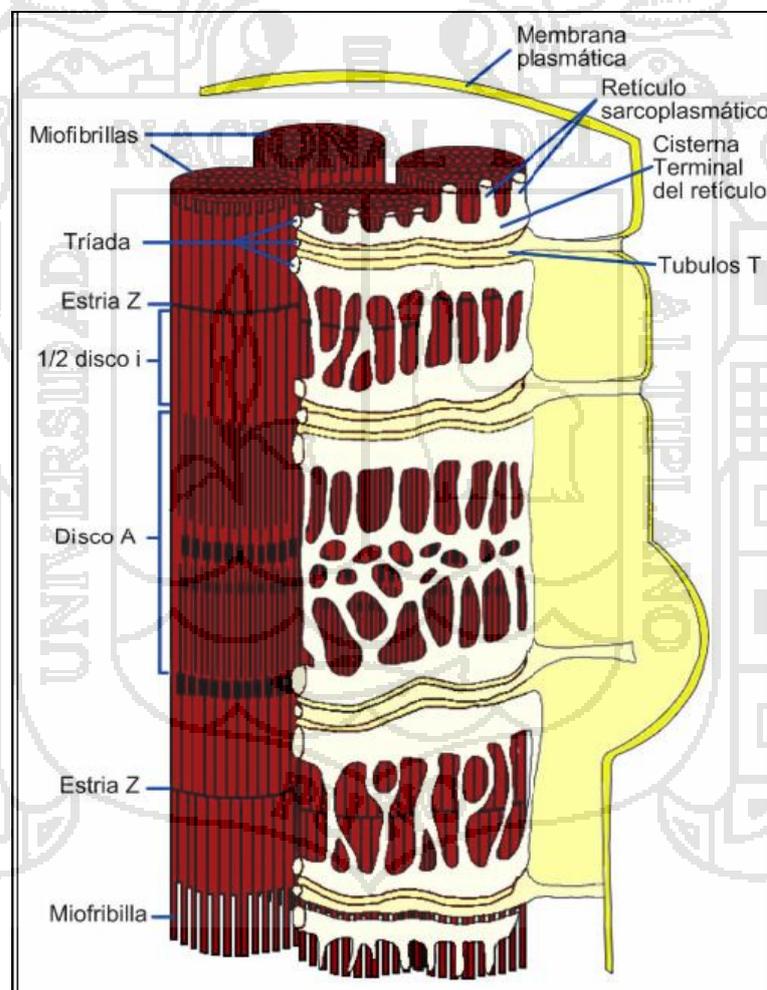


Figura 3: Estructura de la fibra muscular.

2.1.8. Parámetros químicos

a) pH. En la musculatura del pez vivo está muy próximo a la neutralidad, aunque debido a la formación de ácido láctico a partir de la degradación del glucógeno en condiciones anaerobias, el pH disminuye normalmente dentro de los primeros días después de la muerte para después aumentar a la formación de compuestos alcalinos. El pH inicial puede variar considerablemente dependiendo de la especie, con valores entre 5,4 y 7,2. Según algunos autores, el pH final del pescado es el factor que más influye en la textura de la carne y en su desgajamiento, es decir en la ruptura del tejido conectivo (Cavieres, 2010).

b) Oxidación lipídica

Los ácidos grasos del pescado contienen más dobles enlaces que de las plantas y animales, es decir, el alto grado de insaturación de los ácidos grasos de origen marino, hace que los lípidos del pescado sean altamente susceptibles a la rancidez oxidativa (Gajardo, 2007) donde el oxígeno se combina y reacciona con facilidad con los ácidos grasos del pescado. Por otro lado, sobre los triglicéridos de la grasa del pescado van a actuar las lipasas bacterianas que lo hidrolizan (Cavieres, 2010).

Fosfolípidos → Ácidos grasos + otros (peces magros)

2.1.9. Parámetros físicos

a) Textura

La textura es uno de los parámetros de calidad más importantes que determina la sensación global de la percepción sensorial de los productos pesqueros (Gajardo, 2007), donde está compuesta por distintos parámetros tales como: firmeza, dureza, fragilidad, adhesividad, cohesividad, elasticidad y viscosidad (Sigurgislatottir, Torrisen, Lie, Thomassen, & Hafsteinsson, 1997).

La textura en la carne de pescado está influenciada por varios factores tales como la extensión del rigor mortis, la proporción y extensión de la declinación del pH post mortem, y la proporción y extensión de la proteólisis, causando ruptura miofibrilar. Otros parámetros como el contenido de grasa, ácidos grasos y distribución de la grasa en el músculo influyen en la firmeza de la carne (Sigurgislatottir, Torrisen , Lie, Thomassen , & Hafsteinsson , 1997).

La firmeza varía a lo largo del filete de salmón y es así como Sigurgisladottir y cols., (1997), encontraron que los filetes de salmón eran más duros cerca de la cabeza que hacia la cola. La composición química y estructura física también varía a lo largo del filete y puede afectar las propiedades texturales. Por lo tanto, el lugar de donde es extraída la muestra es de mucha importancia y debe ser considerado cuando se midan las propiedades texturales en el filete (Jonsson , Singustgisladdottir, Hafsteinsson , & Kritisbergsson , 2000).

b) Capacidad de retención de agua (CRA)

La “humedad” exprimible es el líquido que liberan los filetes expuestos a compresión al aplicar una fuerza sobre el músculo de pescado (Jonsson , Singustgisladdottir, Hafsteinsson , & Kritisbergsson , 2000).

La determinación de pérdida de agua de pescado, indica una proporción de la proteína degradada durante el almacenamiento congelado. Incrementos en este parámetro se relacionan generalmente con cambios en las proteínas miofibrilares, cuando la capacidad de retener agua de la fracción miofibrilar se reduce por desnaturalización (Ben, Vieites , Villa, & Barros, 1999).

2.1.10. Características organolépticas

Las características importantes que se manejan para productos cárnicos como el sabor, color, textura, valor nutricional y el precio, hoy en día son considerados como motivadores de compra y de consumo. Una herramienta para determinar estos parámetros es el análisis sensorial que

permiten adelantar las investigaciones aplicadas, para ayudar a los productores a entender sus productos, aplicar y transferir técnicas apropiadas, así como métodos lógicos para la obtención de nuevos productos, los cuales incrementarían y facilitarían la comercialización (García, Alfaro, Nuñez, & Espinosa, 2004).

Según las especificaciones (Piscifactoría de los Andes S.A., 2008) el filete de trucha debe cumplir:

- a. La trucha debe presentar una buena consistencia muscular, es decir al tocar el músculo, no debe estar blando.
- b. No debe de presentar separación entre paquetes musculares (miómeros).
- c. No debe presentar espinas sueltas.
- d. No debe de tener mal olor, (amoniacal, pútrido).
- e. Al momento de comer la carne, ésta no debe de ser picante, ni presentar coloración amarillenta en las partes grasas (parte de color blanco cremoso), lo que indica rancidez u oxidación de grasas. Asimismo no debe tener ningún tipo de sabor desagradable (amargo, ácido, salado, etc.).
- f. La presencia de un bajo color del músculo no es indicativo de frescura, esto solo indica baja asimilación del pigmento (astaxantina).

2.2. Proceso industrial de la producción de la trucha

El proceso industrial de la trucha tiene las siguientes etapas:

2.2.1. Obtención de ovas a partir de reproductores en cautividad

Las puestas pueden ser naturales (cuando los reproductores se mantienen a temperatura y fotoperiodo natural, sin manipulación alguna) o inducidas (bien por medios químicos, administrando hormonas o por medios físicos, jugando con el termo-fotoperiodo) (Mendoza, 2011).

2.2.2. Incubación de ovas, eclosión de los mismos y cultivo larvario

La incubación dura entre 15 a 20 días, con una temperatura del agua de 10° a 12° C, con una mortalidad aceptable de 1%, la eclosión y larvaje dura entre 25 y 30 días con las mismas condiciones de temperatura y una mortalidad aceptable hasta del 5% y el alevinaje con un periodo de 10 días, depende de la temperatura y cantidad de oxígeno y con dimensiones de 2 a 3 cm. (Huaman, 2012).

2.2.3. Pre engorde

Los jóvenes alevines se mantienen en condiciones controladas hasta el tamaño adecuado para ser transferidos a los tanques/jaulas de engorde (Mendoza, 2011)

2.2.4. Engorde

Se mantiene a los salmónidos en condiciones ambientales naturales hasta que alcanzan la talla comercial. Esta fase puede desarrollarse en piscinas de tierra o jaulas en agua dulce o salada (Mendoza, 2011).

2.2.5. Cosecha

Se cosecha a tempranas horas del día aprovechando las temperaturas bajas posibles (refrigeración) para posteriormente ser trasladados a los centros de procesamiento (Mendoza, 2011).

2.2.6. Procesamiento

Esta etapa tiene las siguientes operaciones, diferenciándose por tipo de producto final (Huaman, 2012).

a) Recepción y almacenamiento

Es el suministro de materia prima necesaria para la transformación de cada jordana de trabajo. El pescado se recibe en cajas de plástico con bastante hielo.

b) Lavado clasificado

Un operario vuelca las cajas cayendo el pescado en la lavadora. Posteriormente es dirigido a una mesa para su clasificación de acuerdo a los requerimientos de tamaño del producto final.

c) Eviscerado

Se retira del pescado las vísceras y demás partes no comestibles. Para ello se procede eviscerar manualmente para facilitar retirar restos de vísceras en el pescado tras la operación.

d) Corte

Una vez eviscerado el producto es llevado hacia la siguiente etapa del proceso de elaboración de filetes y diferentes cortes de pescado.

e) Inspección y retoques del pescado

Una vez cortado el pescado se lleva a las mesas de inspección donde los operarios revisan filetes y otros cortes de pescado. Del mismo modo en esta línea se dispondrá un dosificador de polifosfato (aditivo permitido para mejorar la conservación del pescado).

f) Envasado al vacío

Con la operación de envasado al vacío se persigue proteger al producto durante su conservación en estado congelado de las oxidaciones mediante el envasado en bolsas de polietileno. Mediante el cual el producto final conserva mejor su humedad y características organolépticas iniciales.

g) Pre enfriado

Se colocan los productos en la antecámara para que lleguen a una temperatura de 5°C para facilitar la congelación rápida.

h) Congelación

Los filetes de trucha son transportados desde el envasado al vacío hacia el congelador a temperaturas inferiores a -18 °C.

i) Empaque

Los filetes envasados al vacío con bolsas de polietileno se colocan en la caja máster de cartón por 5 kg. Después de colocar en cajas se realiza el pesado y etiquetado.

j) Almacenamiento y expedición

El almacenamiento se realiza en pallets. Los cuartos fríos deben mantenerse a temperaturas de refrigeración y/o congelación.

La figura 2 nos muestra la producción de trucha en todo el proceso de la cadena productiva.

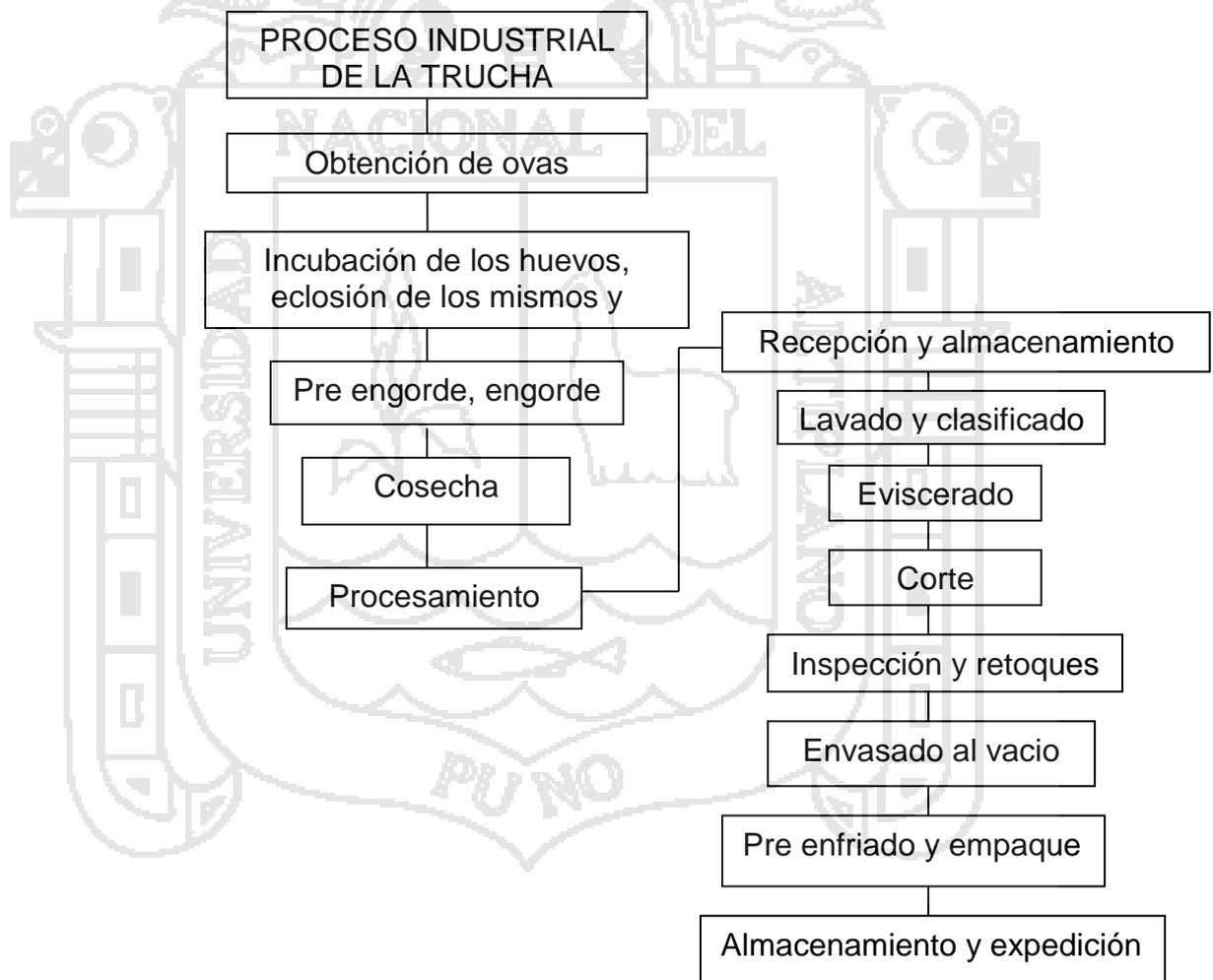


Figura 4. Proceso industrial de la trucha (Huaman, 2012).

2.3. Industria de la trucha en el Perú

2.3.1. Producción Nacional de Trucha

Cuadro 5. Cosecha de la actividad de acuicultura continental y marítimo según especie.

ÁMBITO/ESPECIE	2009	2010	2011	2012	2013*
Continental.	14 837	17 320	23 609	23 744	21 190
Boquichico	27	36	15	14	38
Camarón gig.					
Malasia	11	15	13	13	10
Carachama.	1	22	6	5	5
Carpa.	15	19	8	8	15
Gamitama.	564	680	522	524	312
Paco.	75	101	130	127	166
Pacotoma.	12	3	12	13	12
Paiche.	3	48	422	425	420
Tilapia.	1 261	2 013	2 423	2 435	1 983
Trucha.	12 817	14 250	19 962	20 100	18 206
Sábalo cola roja.	49	114	95	77	23
Otros.	2	18	0	0	0
Marítimo	29 430	71 700	68 592	41 538	59 132
Concha de abanico.	16 047	58 101	52 213	24 439	45 285
Langostino.	13 425	13 598	16 379	17 099	13 847
Ostras del pacífico.	0	0	0	0	0
Otros.	8	2	0	0	0
Total.	44 317	89 021	92 201	65 282	80 322

FUENTE: (Mendoza, 2011).

La producción de truchas en el Perú en los últimos años se ha incrementado significativamente. Las condiciones medioambientales de las zonas altoandinas y la presencia de recursos hídricos de óptimas condiciones para esta actividad acuícola han favorecido dicho crecimiento. La actividad acuícola a nivel continental, indica una producción altamente significativa en truchas en relación a las demás especies que actualmente se vienen cultivando a nivel intensivo (Mendoza, 2010).

La crianza de trucha arco iris tiene un crecimiento vertiginoso, principalmente en las regiones de Puno y Junín, entre ambos constituyen alrededor del 87% de la producción nacional.

Cuadro 6. Producción Nacional de Truchas en TM (2006-2009).

REGIÓN/AÑO	2006	2007	2008	2009
Puno.	2 981,7	3 893,2	8 877,2	9 437,8
Junín.	1 651,7	1 758,0	2 078,9	1 757,9
Huancavelica.	135,7	115,2	153,7	247,3
Pasco.	255,8	263,7	310,8	243,5
Lima.	171,1	190,6	172,5	181,2
Ancash.	50,0	215,7	145,7	147,7
Cusco.	52,0	105,1	161,8	132,9
Ayacucho.	106,4	102,2	82,5	97,3
Arequipa.	25,7	17,4	44,5	52,7
Huánuco.	78,5	34,4	38,4	47,1
Tacna.	18,4	16,9	18,8	25,2
Apurímac.	32,2	27,4	25,7	21,5
Otros.	234,8	257,2	386,5	424,9
Total.	5 794,0	6997,0	12 497,0	12 817,0

FUENTE: (Mendoza, 2010).

Las zonas alto andinas del Perú presentan grandes condiciones para el desarrollo de la acuicultura de la trucha. Su gran potencial de recursos hídricos lénticos¹ y lóticos², así como las condiciones medioambientales, batimétricas y topográficas adecuadas, vienen incentivando al sector privado a incursionar en esta actividad productiva, más aún si los niveles de producción de salmónidos del vecino país de Chile, han decaído a niveles del 30% de su producción habitual, como consecuencia de la presencia de la enfermedad Anemia Infecciosa del Salmón (Mendoza, 2010).

2.3.2. Oferta de trucha según tipo de producto

La oferta de la trucha como producto final, se encuentra en relación directa a los niveles de producción logrados en cada una de las Regiones. Las exigencias de los mercados nacionales y/o internacionales en cuanto a las especificaciones técnicas de los requerimientos de los productos de

¹ Comprende todas las aguas presentes que no presentan corriente continua.

² Masas de agua que se mueven continuamente en una sola dirección.

la trucha, varían significativamente y se encuentra directamente relacionado a los hábitos de consumo definidos de los mercados (Mendoza, 2010). Los niveles de oferta de trucha muestran claramente definición por las regiones Puno y Junín.

Cuadro 7. Oferta de trucha comercial según tipo de producto TM.

TIPO DE PRODUCTO	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Trucha fresca	1 798.4	2 091.2	2 063.7	2 306.6	5 437.5	6 352.5
Puno	807.9	905.8	1 240.0	1 530.6	4 159.0	4 698.8
Junín	800.3	843.8	575	463	899.6	1 156.9
Otros	190.2	341.6	248.7	313	378.9	496.8
eviscerada fresca	1 493.3	1 645.3	1 837.3	2 279.3	3 275.8	3 041.2
congelada						
Puno	898.7	1 009.5	1 341.8	1 751.9	2 821.1	2 373.3
Junín	594.6	635.8	495.5	527.4	454.7	612.2
Otros	0	0	0	0	0	55.7
Ahumada	59.5	63.6	49.6	52.7	62.4	77.1
Puno	0	0	0	0	0	0
Junín	59.5	63.6	49.6	52.7	62.4	77.1
Deshuesada fresca	258.1	130.9	254.7	292.6	465.8	406.4
congelada						
Puno	59.9	67.3	98.5	116.8	257.9	213.6
Junín	198.2	63.6	165.2	175.8	207.9	192.8
Filete fresca congelada	560	625.1	677	1 033.0	597	631.2
Puno	139.9	194.9	406.2	619.8	358.2	320.3
Junín	420.1	430.2	270.8	413.2	238.8	310.9
Conservas	0	0	0	0	10	0
Puno	0	0	0	0	10	0

FUENTE: (Mendoza, 2010).

2.4. Fosfatos

2.4.1. Clasificación y nomenclatura

Los fosfatos se obtienen mediante un refinado de los fosfatos cálcicos que se encuentran naturalmente en las piedras. Al neutralizar total o parcialmente al ácido fosfórico con iones metálicos alcalinos (sodio, potasio o calcio), se forman dos tipos de fosfatos: los ortofosfatos y los pirofosfatos (Goncalves & Duarte, 2008).

Cuando a los fosfatos se los somete a la acción del calor bajo condiciones de pH controlado, ocurren reacciones, o de lo contrario se condensan formando pirofosfatos o difosfatos. Si bajo esas condiciones controladas

se actúa a temperaturas más altas, ocurrirá la polimerización, con producción de trifosfatos y otras sustancias con mayor peso molecular. En el cuadro 8 se presentan los productos de uso más común en el procesamiento de carnes, aves y pescados (Goncalves & Duarte, 2008).

Cuadro 8. Pirofosfatos y polifosfatos de sodio.

NOMBRE	INC	FORMULA
Pirofosfato ácido de sodio (SAPP), dihidrogeno pirofosfato de sodio, dihidrogeno difosfato de sodio, pirofosfato disódico, pirofosfato de sodio dibásico.	450i	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$
Pirofosfato tetrasódico (TSPP), pirofosfato de sodio, pirofosfato de sodio tetrabásico, difosfato de sodio.	450iii	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
Tripolifosfato de sodio (STP), trifosfato pentasódico, tiosulfato de sodio.	451i	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
Hexametáfosfato de sodio (SHMP), Polifosfato de sodio, vitrio metáfosfato de sodio.	452i	Mezcla de polímeros

FUENTE: (Teicher , 1999).

2.4.2. Propiedades físicas, químicas y funciones

Según Marujo (1988) el código de sustancias químicas para alimentos establece que los fosfatos que se utilicen en alimentos deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Alto grado de pureza – variable según el producto.
- Arsénico – máximo 3 ppm
- Flúor – máximo 50 ppm
- Plomo – máximo 5 ppm
- Metales pesados – máximo 10 ppm
- Sustancias insolubles – máximo 0,1 %

En el pescado, el fosfato que más se utiliza es el tripolifosfato de sodio (STP), puro o mezclado con hexametáfosfato de sodio (SHMP), con pirofosfato ácido de sodio (SAPP) y/o con pirofosfato tetrasódico (TSPP), dado que exhiben una combinación de propiedades, tales como la solubilidad, ajuste del pH del medio y la tolerancia a los iones Mg^{2+} y Ca^{2+} , frecuentemente presentes en el agua de procesamiento. En el cuadro 9

se resumen algunas propiedades características (Unal, Erdogdu, Ekiz, & Ozdemir , 2004).

Cuadro 9. Propiedades de los fosfatos comúnmente utilizados.

Propiedad	STP	SHMP	SAPP	TSPP
pH (solución acuosa 1%, 25°C)	9.8	6.9	4.4	10.2
Solubilidad (g/100g ;sol/sol)	13	>60	13	6
P ₂ O ₅ (%)	58	67	63	53
Na ₂ O Total (%)	42	32	28	46

TP: tripolifosfato de sodio; SHMP: hexametfosfato de sodio; SAPP: pirofosfato acido de sodio y TSPP: pirofosfato tetrasodico.

FUENTE: (Marujo 1998); (Teicher , 1999).

La humedad está normalmente asociada a la capacidad de retención de agua y el pH de las proteínas. Es importante notar, sin embargo, que las proteínas miofibrilares del pescado, luego de la captura, se desnaturalizan rápidamente a temperatura de refrigeración (5°C) y pueden perder más del 80% de su capacidad de retención de agua en 5 días (Goncalves & Duarte, 2008).

Los fosfatos tienen un poder exclusivo, y es el de devolverle a las proteínas su capacidad de retener el agua, manteniendo así, la humedad natural del producto y llevando al mínimo las pérdidas por goteo durante el almacenamiento congelado, el descongelamiento o la cocción. Por otra parte, a medida que la cadena de fosfatos crece, va aumentando el efecto bacteriostático. Al consumir pescado tratado con fosfatos se ingieren productos más jugosos y con mejor textura, manteniéndose así el valor nutritivo que ellos esperan (Goncalves & Duarte, 2008).

Todos los pescados contienen la proteína actomiosina, que es la responsable de retener el agua. En el músculo vivo, el fosfato natural ATP (trifosfato de adenosina), es el que controla la estructura de la actomiosina. Luego de la muerte, las reacciones bioquímicas disminuyen las cantidades de ATP, que se transforma en ácido, y de esta manera, cae el pH del músculo. Cuando pasa esto, las proteínas se unen, la carne

pierde su capacidad de retener el agua, y la porción comestible se transforma en un producto seco y de textura fibrosa.

Otras funciones beneficiosas de los fosfatos incluyen la capacidad de secuestrar y quelar cationes metálicos como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} y Fe^{3+} . La quelación de los iones ayuda a inhibir el desarrollo de la rancidez oxidativa y estabiliza el color. A su vez, la quelación de los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} también influye positivamente la capacidad de retención de agua (Goncalves & Duarte, 2008).

2.4.3. Aplicaciones generales

Por lo general se aplican por inmersión, spray, inyección, o por tambaleo y amasado en soluciones de fosfatos a diferentes concentraciones. En productos cárnicos molidos también se practica el agregado en seco. Dentro de todos estos sistemas, la manera más eficiente de aplicar el fosfato es a través del tambaleo y amasado al vacío. Sin embargo, un tambaleo y amasado en exceso podría acarrear una extracción de las proteínas, antes que se absorba la solución de fosfato (Schenee, 2004).

Se ha observado el uso creciente de sistemas continuos de adición de fosfatos, se realiza la inmersión del pescado en una solución a concentraciones y tiempos variables. En cualquier sistema, se deberá asegurar una aplicación uniforme del producto, para poder garantizar un buen rendimiento (Marujo, 1988). Los fosfatos se aplican en soluciones del 2 al 10% para obtener una activación óptima de las proteínas, y que resulta en aproximadamente un 0,5% de fosfato residual en el producto final. También pueden aplicarse por medio de hielo que haya sido preparado con agua conteniendo fosfatos. Las concentraciones exactas y el tiempo de tratamiento dependerán principalmente de la especie de pescado. El tratamiento es más eficiente enseguida luego de la captura, y debe hacerse antes de cualquier tratamiento térmico. No se recomienda descongelar el producto en una solución de fosfato (Goncalves & Duarte, 2008).

Según (Marujo, 1988) y (Schenee, 2004) las concentraciones que más se utilizan en la industria son:

- Producción de hielo: solución al 3%
- Lavado y/o inmersión: entre 2 y 6% durante 2 a 20 minutos
- Aspersión: del 5 al 10%
- Tambaleo (amasado): del 2 al 6%
- Inyección: del 5 al 8%
- Adición en seco: del 0,3 al 0,5%, para sistemas triturados o molidos
- Glaseado: al 5%.

2.4.4. Legislación

Tenemos como base legal las normas sanitarias nacionales e internacionales vigentes, las cuales regulan la producción de las empresas hidrobiológicas, con fines de exportación o de mercado nacional. La actividad normativa se limita a asegurar pautas esenciales dirigidas a proteger la salud y seguridad de los consumidores, minimizando esfuerzos en torno a las normas verticales y aumentando lo relacionado con las horizontales (normas básicas de sanidad), como es el caso de:

Nacionales

- Ley General de Salud N° 26842.
- Reglamento de Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas D.S. N° 007-98-SA.
- Criterios microbiológicos para la certificación sanitaria de productos hidrobiológicos de consumo humano de exportación, según las Resoluciones Directorales N° 030-96-DIGESA/SA y N° 047-96-DIGESA/SA.
- Norma Técnica Sanitaria de Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.
- Norma sanitaria para las actividades pesqueras y acuícolas. D.S. 040-2001-PE.

Internacionales

- Norma General para los aditivos alimentarios CODEX stan 192-1995 revisado el 2014.
- Código Internacional recomendado de Prácticas, Principios Generales de Higiene de los Alimentos. CAC/RCP-1 (1969), Rev. 4 (2003).
- Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) – Directrices para su Aplicación Anexo al CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003).

Es importantísimo que todos los actores en el negocio del pescado tengan como preocupación la salud y la protección del consumidor. Por lo tanto, hay algunos principios básicos de los aditivos en general que deben observarse:

- No deberá utilizarse ninguna sustancia con el fin de enmascarar daños o una inferioridad de la calidad, ni hacer que el producto parezca mejor o de mayor valor de lo que realmente es.
- Es aceptable el uso de aditivos, siempre que se empleen para los fines que se indiquen, dentro de los límites de cantidad que fija la legislación, y bajo las condiciones específicas para dicho uso.
- Para poder asegurar la calidad e inocuidad de los aditivos, deberá cuidarse que los productos cumplan con las especificaciones de pureza que establece la legislación correspondiente.

Cuadro 10. Dosificación de Fosfatos según el CODEX para aditivos alimentarios.

ADITIVO	SIN	AÑO ADOPTADO	DOSIS MAXIMA mg/kg	NOTAS
Sodium tripolyphosphate	451 i	2012	2200	33
Sodium hexametaphosphate	542 i	2012	2200	33

FUENTE: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud, 2014).

Cuadro 11. Dosificación de fosfatos según MAPA-Brasil, Ministerio de agricultura, pecuaria y abastecimiento (Brasil).

Producto	Aditivo	INS	Dosis máxima en producto final
Revestimiento externo de pescado congelado (oficio circular N° 13/70 e no 009/2003)	Tripolifosfatos	451i	0.5g/ 100g
		451ii	0.5g/ 100ml
El empleo del aditivo mencionado previo a la congelación, solamente será aprobado cuando en forma comprobada, exista el indispensable respaldo técnico, por parte de la institución investigadora y naturalmente, con el aval de la autoridad competente, ANVISA, del ministerio de salud.			

FUENTE: (Goncalves & Duarte, 2008).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de experimentación

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares:

- Instalaciones de la planta de procesamiento de productos pesqueros del Proyecto Especial Lago Titicaca PELT Chucuito - Puno.
- Laboratorio de microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno.
- Mega laboratorios de análisis químico de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.2. Material de experimentación

- Trucha (filete de trucha 150-180 gr) proporcionados por la planta de procesamiento del Proyecto Especial Lago Titicaca PELT Chucuito - Puno.
- Hexametáfosfato de sodio y Tripolifosfato de sodio (99% de pureza).
- Fosfato comercial (Tripolifosfato de sodio + Sodio Tetra-pirofosfato + Cloruro de sodio).

3.3. Equipos Materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

- Balanza analítica digital marca AND FR – 300 Japón capacidad de 0.0001 a 310 gr.
- pH-metro (INOLAB pH 730).
- Selladora de vacío (Hencovack).
- Termómetro de carátula marca KOCH.
- Estufa de incubación.
- Estufa VWR scientific products VACUUN OVEN.
- Autoclave.
- Microscopio óptico.
- Equipo analizador de textura accesorio de Warner-Brazler.

- Espectrofotómetro JENWAY con absorción visibles de 320 – 1000nm y celdas de 15 nm de diámetro.

3.3.2. Materiales de laboratorio

Propiedades Fisicoquímicos

- Pipetas volumétricas (marca PIREX de 5, 10,15, y 25 ml.).
- Balones de digestión.
- Aparato de extracción.
- Crisoles de vidrio.
- Vasos precipitados. (marca PIREX DE 50 y 100 ml.).
- Papel filtro Whatman No. 1.
- Probeta con capacidad de 1000 ml marca Pírex.
- Cilindro graduado.
- Frascos de color ámbar.
- Buretas de color ámbar con precisión de 0.2ml.
- Erlenmeyer de 250 ml y 125 ml.
- Capsula.
- Fiola de 100 ml.
- Embudo.
- Dos placas de plexiglass de 20 cm de ancho y 0.5 de espesor
- Cocina eléctrica.
- Agua destilada.

Microbiológico

- Placas Petri.
- Probeta graduada de 100ml.
- Mechero Bunsen.
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Tubos de ensayo con tapa.
- Canastilla de alambre.
- Bureta.
- Varilla de vidrio.

- Pipetas de 10ml y 1ml.
- Agua destilada.

3.3.3. Reactivos

Propiedades fisicoquímicos

- Mezcla de ácido acético glacial y cloroformo.
- Solución saturada de Yoduro de potasio a 20° C.
- Solución de tiosulfato de sodio a 0.1 N.
- Ácido perclórico al 70%.
- Ácido nítrico concentrado (cc).
- Solución de ácido clorhídrico.
- Solución estándar de fósforo.
- Solución stock de (200ppm: disolver 4.394g de KH_2PO_4 (PM=136.09) en agua y diluirlo a ½ litro.
- Solución de trabajo (100ppm): diluir 50ml de solución stock a 1 litro.

Microbiológico

- Caldo nutritivo deshidratado.
- Caldo lactosado
- Solución salina peptonada.
- Agar simple.
- Plate Count Agar.

3.3.4. Otros

- Cucharas de acero inoxidable
- Cuchillos de acero inoxidable
- Bandejas de plástico
- Tablero de corte, tapers y recipientes para lavar
- Bolsa laminada de 4.5" x 9.5" x 4ml
- Bastoncillos o palillos.
- Refrigeradora
- Cocina eléctrica.
- Licuadora.

- Agitador magnético
- Cartilla Roche.

3.4. METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO

3.4.1. Descripción del proceso para la obtención del filete de trucha (muestra).

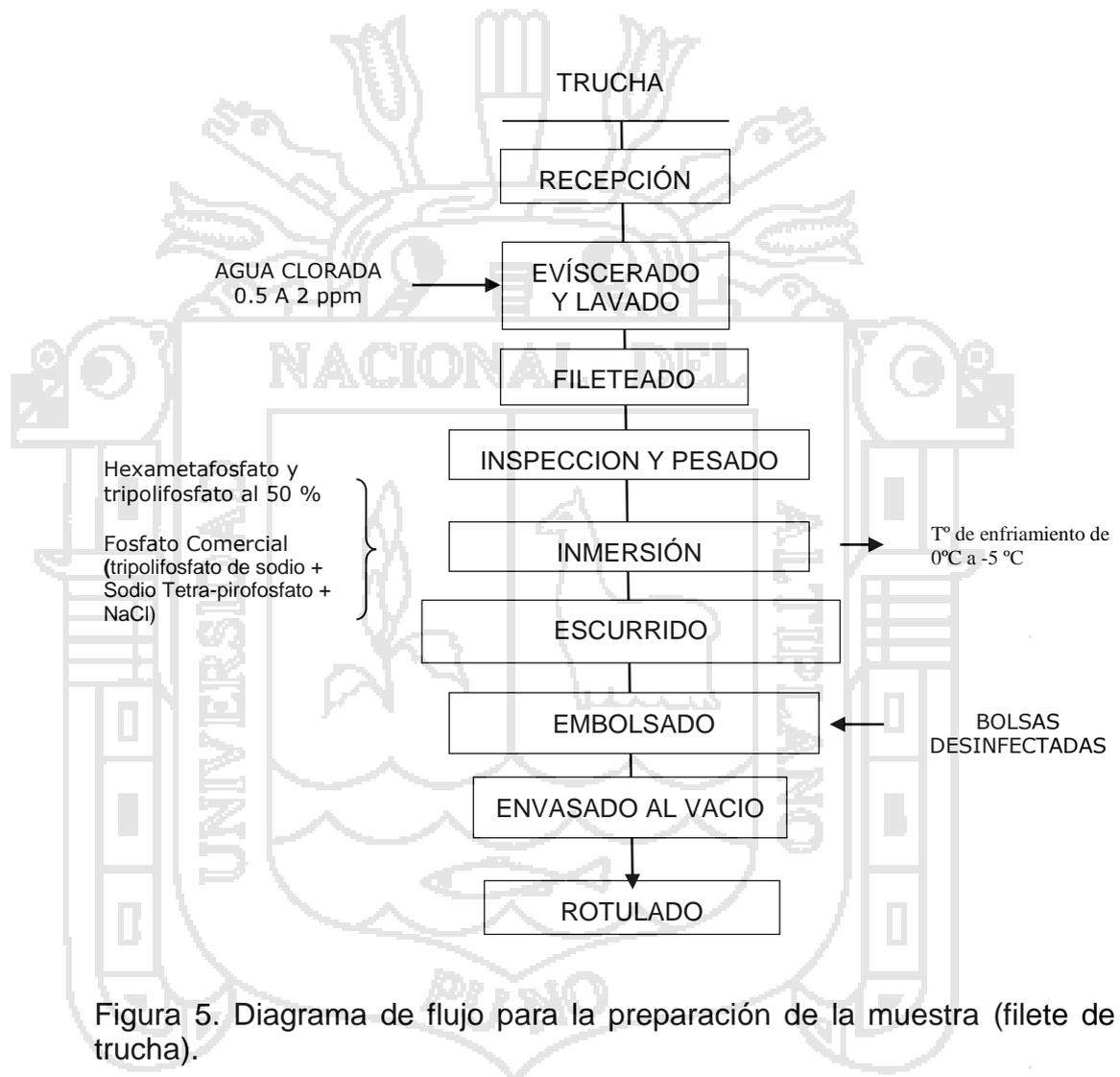


Figura 5. Diagrama de flujo para la preparación de la muestra (filete de trucha).

A continuación describimos las operaciones realizadas para la preparación de muestras.

Recepción

Se verifico que las truchas se encuentren sin heridas, sin hematomas, frescas, ojos claros, agallas rosadas.

Eviscerado y lavado

Se retiró del pescado las vísceras y demás partes no comestibles. Para ello se procedió a eviscerar manualmente para facilitar retirar restos de vísceras en el pescado tras la operación, se lava con abundante agua para retirar restos.

Fileteado

Una vez eviscerado y lavado el producto es llevado hacia la siguiente etapa del proceso de elaboración de filetes y diferentes cortes de pescado.

Inspección y pesado

Una vez cortado el pescado se llevó a las mesas de inspección donde se revisaron y se pesaron los filetes de trucha.

Inmersión

Se utilizó tres recipientes con una capacidad de 20L cada uno, para la inmersión de las muestras de filete de trucha (150-180 gr); utilizando 10L de agua proveniente del tanque de enfriamiento, se agregó hielo suficiente para mantener la temperatura del agua de 0 a -1°C, en cada uno de los simuladores de los tratamientos se sumergieron las muestras (1 por tratamiento) por tiempo de inmersión de cada tratamiento a temperatura final de enfriamiento de 1 a 4°C, tomada en el filete de trucha con un termómetro de carátula marca KOCH, previamente calibrada con un termómetro de mercurio, a continuación se describen los 18 tratamientos:

T₁: 150 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 150 gr. de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 5 minutos.

T₂: 150 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 150 gr. de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 10 minutos.

T₃: 150 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 150 gr. de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 15 minutos.

T₄: 300 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 300 gr de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 5 minutos.

T₅: 300 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 300 gr de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 10 minutos.

T₆: 300 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 300 gr de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 15 minutos.

T₇: 450 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 450 gr. de Tripolifosfato de sodio en inmersión de 5 minutos.

T₈: 450 gr. de Hexametáfosfato de sodio + 450 gr. de Tripolifosfato de sodio. en inmersión de 10 minutos.

T₉: 450 gr. de Hexametáfosfato de sodio y 450 gr. de Tripolifosfato de sodio. en inmersión de 15 minutos.

T₁₀: 150 gr. Tripolifosfato de sodio +150 gr.de mezcla comercial en inmersión de 5 minutos.

T₁₁: 150 gr. Tripolifosfato de sodio +150 gr.de mezcla comercial en inmersión de 10 minutos.

T₁₂: 150 gr. Tripolifosfato de sodio +150 gr.de mezcla comercial en inmersión de 15 minutos.

T₁₃: 300 gr. Tripolifosfato de sodio +300 gr.de mezcla comercial en inmersión de 5 minutos.

T₁₄: 300 gr. Tripolifosfato de sodio +300 gr.de mezcla comercial en inmersión de 10 minutos.

T₁₅: 300 gr. Tripolifosfato de sodio +300 gr.de mezcla comercial en inmersión de 15 minutos.

T₁₆: 450 gr. Tripolifosfato de sodio +450 gr.de mezcla comercial en inmersión de 5 minutos.

T₁₇: 450 gr. Tripolifosfato de sodio +450 gr.de mezcla comercial en inmersión de 10 minutos.

T₁₈: 450 gr. Tripolifosfato de sodio +450 gr.de mezcla comercial en inmersión de 15 minutos.

Ecurrido

Se procedió a retirar el agua restante del filete de trucha dejándolo reposar sobre una rejilla y/o utilizando una esponja.

Embolsado

Se embolsan los filetes de trucha utilizando envases de polietileno de alta densidad.

Envasado al vacío

Con la operación de envasado al vacío se prosiguió a proteger al producto de las oxidaciones durante su conservación en estado refrigerado mediante el envasado al vacío, de esta forma el producto final conserva mejor su humedad y características organolépticas iniciales.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó las dos mezclas de fosfatos (Hexametáfosfato de sodio 50% + Tripolifosfato de sodio al 50%, Tripolifosfato de sodio al 50% + fosfato comercial al 50%) en concentraciones al 3, 6 y 9 % en un tiempo de inmersión (5, 10 y 15 minutos). En el cual se maneja tres variables: mezclas de fosfatos en (02 niveles), las concentraciones de fosfatos (03 niveles) y el tiempo de inmersión (03 niveles). Teniendo un total de 18 tratamientos a los cuales se realizó la evaluación sensorial (aparencia, olor, color y textura), análisis de las propiedades físico químicas (capacidad de retención de agua, pH, textura, índice de peróxido, traza residual de fosfato) y análisis microbiológico.

En la figura 6 se muestra el diseño experimental para la presente investigación.

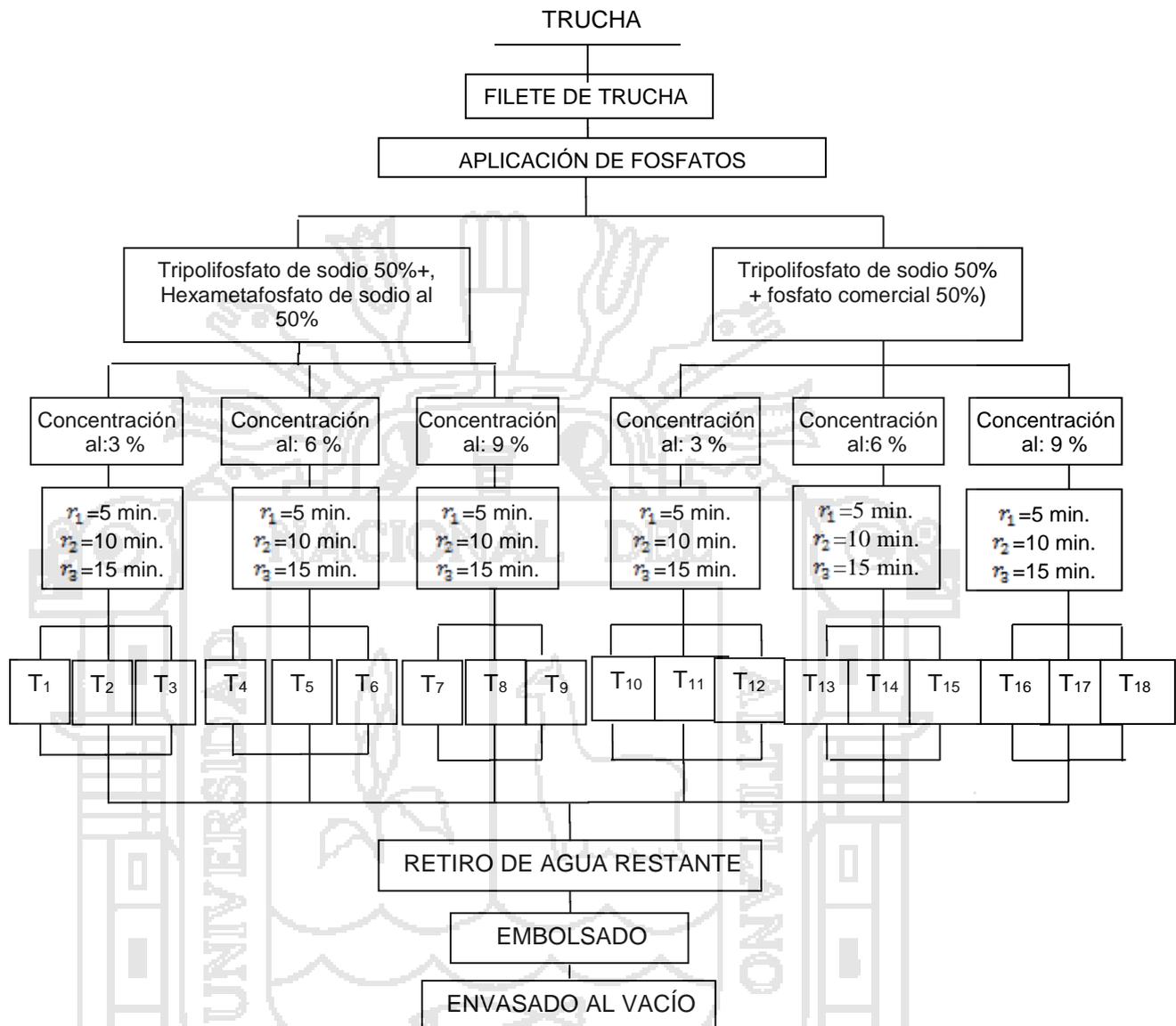


Figura 6. Flujo del diseño experimental de la investigación.

3.5.1. Variables independientes

- Mezclas de fosfatos: (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio al 50% y Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial)
- Concentraciones: 3%,6% y 9% de solución de fosfatos.
- Tiempos de inmersión: 5 minutos,10 minutos y 15 minutos.

3.5.2. Variables dependientes

- Análisis sensorial del filete de trucha (apariciencia externa, color, olor y textura).
- Análisis de las propiedades fisicoquímicas (capacidad de retención de agua, pH, Textura, índice de peróxidos, traza residual de fosfato).
- Análisis microbiológico (aerobios mesofilos, E.coli).

Cuadro 12. Matriz de variables de la investigación.

CONCENTRACION DE FOSFATOS /TIEMPO DE INMERSION	TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO AL 50% + HEXAMETA FOSFATO DE SÓDIO AL 50%						HEXAMETA FOSFATO DE SÓDIO AL 50% +FOSFATO COMERCIAL 50%					
	C1: [] 3%		C2: []6%		C3: [] 9%		C1: [] 3%		C2: [] 6%		C3: [] 9%	
T1=5min.	t ₁		t ₄		t ₇		t ₁₀		t ₁₃		t ₁₆	
T2=10min		t ₂		t ₅		t ₈		t ₁₁		t ₁₄		t ₁₇
T3=15min			t ₃		t ₆		t ₉		t ₁₂		t ₁₅	t ₁₈

3.6. DISEÑO ESTADISTICO

Minitab 16 Statistical Software fue utilizado para el análisis de datos. Para determinar el efecto de las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas se realizo un ANOVA y comparación múltiple de Tukey para (Pr≤ 0.05), se utilizo un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2x3x3 = 18 tratamientos con tres repeticiones teniendo un total de 54 unidades experimentales cuya notación matemática es la que sigue.

$$Y_{ijk} = M_{ijk} + P_i + C_j + T_k + (PC)_{ij} + (PT)_{ik} + (CT)_{ik} + (PCT)_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

M_{ijk} = Constante.

P_i = Factor mezcla de fosfatos (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametfosfato de sodio al 50% y Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial).

C_j = Factor concentración al 3, 6 y 9 %

T_k = Factor tiempo de inmersión (5, 10 y 15 minutos).

$(PC)_{ij}$ = Interacción entre fosfatos y concentraciones

- $(PT)_{ik}$ = Interacción entre fosfatos y tiempo de inmersión.
- $(CT)_{ik}$ = Interacción entre concentraciones y tiempo de inmersión.
- $(PCT)_{ijk}$ = Interacción entre fosfatos, concentración y tiempo de inmersión.
- E_{ijk} = Error experimental

Se realizó la comparación múltiple de Tukey para ($Pr \leq 0.05$), para P (fosfatos), C (concentraciones) y T (tiempo).

También se realizó el respectivo análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x C (concentración), P (fosfatos) X T (tiempo) y C (concentración) x T (tiempo) para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) En el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío.

Cuadro 13. Descripción del análisis de varianza para el modelo estadístico.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F
Factor: P	SCP	P-1	CMP	CMP/ CMEE
Factor: C	SCC	C-1	CMC	CMC/ CMEE
Factor: T	SCT	T-1	CMT	CMT/ CMEE
Interacción: PXC	SCPC	(P-1)(C-1)	CMPC	CMPC/ CMEE
Interacción: PXT	SCPT	(P-1)(T-1)	CMPT	CMPT/ CMEE
Interacción: CXT	SCCT	(C-1)(T-1)	CMCT	CMCT/ CMEE
Interacción: CXTXP	SCCTP	(C-1)(T-1)(P-1)	CMCTP	CMCTP/ CMEE
Error experimental	SCEE	P x C x T(r-1)	CMEE	
TOTAL	SC Total	P x C x T x r		

3.7. METODOS DE ANALISIS

3.7.1. Evaluación Sensorial de los filetes de trucha

Después de un período de entrenamiento de una semana se seleccionaron 5 panelistas correspondientes a alumnos egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano. El entrenamiento del panel consideró 2 sesiones

en que se presentaron muestras de pescado con diferentes tiempos de conservación y donde los panelistas aprendieron a reconocer dichas muestras de acuerdo al deterioro sufrido con el tiempo en todos los atributos de interés para esta memoria. Posteriormente el panel fue familiarizado con la escala SalmoFan™ y la ficha de evaluación sensorial, que evaluó la calidad de los atributos: apariencia, color, olor y textura, con escala no estructurada, estableciéndose el valor mínimo 0 y máximo 10, la misma que se muestra en el anexo I.

La metodología utilizada para realizar el análisis sensorial fue la técnica de Análisis Descriptivo Cuantitativo QDA. Para esto, se desarrolló una ficha de evaluación (Anexo 1) basada en la CAC/GL 31 (1999) entregada por el Codex Alimentario (1999). Las muestras de filete de trucha utilizadas en el análisis sensorial se presentaron crudas, y en ellas se evaluaron descriptores de los atributos apariencia, color, olor y textura. Además se evaluó la Calidad Total en una escala de 0 a 100, evaluando de forma general el filete de trucha arcoíris refrigerado. En el análisis sensorial del filete de trucha fue presentado al panel de jueces que procedió a evaluar: apariencia; color; textura; sabor; y olor del filete de trucha (Norma CAC/GL 31-1999).

3.7.2. Determinación fisicoquímica en los filetes de trucha

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas que se realizó son textura, CRA, pH, índice de peróxidos y fosfatos residuales, se llevó a cabo utilizando el filete de trucha envasado al vacío correspondiente a cada tratamiento, de cada filete se obtuvieron muestras analizando el mismo día y el tercer y segundo día las muestras de acuerdo al tipo de análisis y su requerimiento.

a) Capacidad de retención de agua

Se pesaron de 0.5 a 1 g de muestra proveniente del filete de trucha, que se colocó entre dos papeles filtro Whatman No. 1 y entre dos placas de plexiglass de 20 cm de ancho y 0.5 de espesor, a las cuales se les aplicó una presión constante por un lapso de 15 minutos transcurrido el tiempo

se retiró la muestra y se pesó, considerándose la diferencia de pesos entre la muestra original y la prensada, como el agua libre expresada en porcentaje. Los cálculos se llevaron a cabo utilizando la fórmula que se describe a continuación, indicándose la capacidad de desplazamiento del agua en la muestra, dicha metodología es el método de presión en papel filtro de Grau y Hamm (Vieira, Martinez, Diaz, & Garcia, 2004).

$$\% \text{ agua libre en la muestra} = \frac{\text{Peso original} - \text{peso comprimido}}{\text{Peso original}} \times 100$$

$$\text{CRA} = 100 - \% \text{ de agua libre}$$

b) Determinación de Textura

Se realizó mediante el método de esfuerzo al corte, utilizando un accesorio de Warner-Brazler a un texturómetro donde se obtuvo los valores de resistencia al corte (kg, N), de una muestra de carne en forma de prisma o cilindro aproximadamente de 2.5 cm de espesor. El corte se realizó perpendicularmente. Este aparato realiza una simple medida de la fuerza máxima de corte ejercida durante la ruptura completa de la muestra (Vieira, Martinez, Diaz, & Garcia, 2004).

c) Determinación de pH

Se realizó utilizando un potenciómetro INOLAB, homogenizando 5 gr de muestra proveniente del filete de trucha en 10 ml de agua destilada por un minuto y el pH es medido directamente en el líquido obtenido (Owen, Nuñez, Arias, & Cano, 1982).

d) Determinación de índice de peróxidos

Definiciones: Es el numero de miliequivalentes de oxigeno activo en 1.000g de grasas.

Procedimiento: Se analizó por triplicado según lo indica la norma COVENIN 508. Se preparó entre 9.5 y 10.5 gr de muestra en un Erlenmeyer de 250 ml, se agregó 1ml de una solución saturada de KI

(yoduro de potasio), se deja reposar por 10 minutos, se agregó 100ml agua destilada y luego 1ml de solución de almidón hasta obtener un color azul oscuro y se titula con tiosulfato de sodio 0,1 N hasta desaparecer la coloración azul, se preparó un blanco siguiendo el mismo procedimiento pero sin muestra (Rondón, Pacheco, & Ortega, 2004), el índice de peróxido se calculo mediante la siguiente ecuación:

$$IP = (Vg(ts) - Vg(ts \text{ Blanco}) * Nts) / P * 100$$

Donde:

IP = Índice de peróxido

Vg(ts) = volumen gastado de tiosulfato de sodio

Vg(ts blanco) = volumen gastado de tiosulfato de sodio en el blanco

Nts = Normalidad de tiosulfato de sodio.

P = peso de la muestra expresada en gramos.

e) Determinación de fosfatos residuales

Preparación de la solución madre para determinar minerales (fosforo).

Los minerales como el fosforo requieren de una solución madre para su determinación. La digestión acida es preferible, porque evita perdida de material volátil.

Procedimiento: Se secó la muestra de filetes en la estufa por un aproximado de 48 hrs se peso aproximadamente 5 gr de la muestra, colocándose en capsulas y llevado a la mufla durante 6 hrs a 600° C obteniéndose una ceniza libre de carbón (Cossio, 2008).

- Se paso las cenizas a un Erlenmeyer de 125 ml. Añadiendo 40 ml. de solución de HCl (acido clorhídrico) y unas cinco gotas de HNO₃ (acido nítrico) concentrado, se llevo a ebullición suave durante aproximadamente 5 minutos y se enfrió.
- Se transfirió a una fiola de 100 ml enrasando a volumen enjuagando bien el Erlenmeyer y homogenizando.
- Luego de llevar a ebullición por presencia de partículas insolubles, antes de transferir a la fiola se procedió a filtrar con papel Whatman.

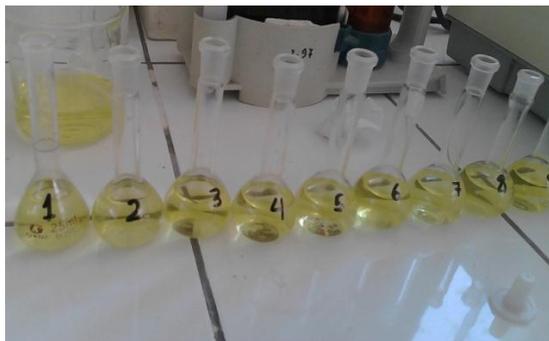


Figura 7. Preparación de la solución para determinar fósforos.

Determinación de fósforo. Para ello se empleó el método Fotométrico.



Figura 8. Espectrofotómetro JENWAY con absorción visible de 320 nm hasta 1000nm y celdas de 15 mm de diámetro.

Preparación de la curva estándar.

Se transfirió alícuotas de la solución de trabajo contenido 0.05, 0.1, 0.15, 0.20 y 0.25 mg P a fioas de 25 ml, es decir 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5 ml (2, 4, 6, 8, 10, ppm).adicionando 5 ml de reactivo de molibdovanadato, se ha diluido a volumen con agua destilada.

Se homogenizó bien, después de 10 minutos se procedió a leer la absorbancia a 400 nm contra un testigo puesto a 0 nm de absorbancia.

Se ploteó la curva estándar absorbancia vs ppm.

Gráfico del Modelo Ajustado
 $Abs = 0.000678571 + 0.164964 \cdot Conc$

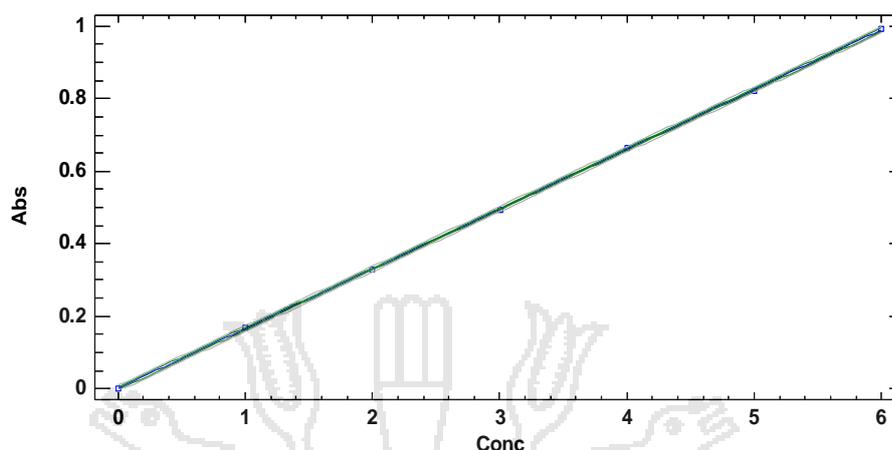


Figura 9. Curva estándar absorbancia vs ppm.

3.7.3. Análisis microbiológico

Se procedió a realizar los análisis microbiológicos del producto inmediatamente terminando la preparación de los filetes de trucha envasado al vacío.

Preparación de muestras

Las muestras se pasaron a refrigerar dentro de su empaque original a una temperatura de 2°C, 4°C por 24 horas se pesó asepticamente 10g de muestra y se adicionó en un frasco que contenía 90 ml de solución salina peptonada (SSP) teniendo con esto la dilución 10^{-1} y a partir de esto se prepararon las demás diluciones (Cossio, 2008).

Numeración de bacterias aerobias mesófilas

Se colocó 1ml. de cada dilución, por duplicado, sobre la mesa agitando de vez en cuando, posteriormente se repartió en las placas Petri junto a la llama de un mechero bajo la campana extractora, se preparó un paquete con varios palillos y bastoncitos de algodón que también son esterilizados durante 20 minutos, estas son las herramientas desechables para la siembra de las muestras en las placas Petri esterilizadas, se adicionó 15 ml del medio de cultivo estéril Plate Count Agar, se dejó solidificar y luego se agregó una capa virgen (5-7ml) del mismo medio, se pasó a incubar a

37°C, por 48 horas, finalmente se paso a contar el numero de colonias que se desarrollaron en la placa Petri (Cossio, 2008).

Confirmación de E. coli (NMP)

A partir de una dilución a (1/5) de la muestra, se sembraron 2ml. de esta dilución en tubos con medio de caldo lactosado verde brillante bilis (C.L.V.B.B) a simple concentración, 1 ml en tubos con el mismo medio y de estos se tomo 1ml y se adiciono a tubos con C.L.V.B.B. las siembras se adicionaron por duplicado. Los tubos fueron incubados a 35°C por 24 horas la numeración se realizo de la siguiente manera los tubos positivos de mayor dilución son considerados pertenecientes a un germen coliforme y a partir de estos se hacen los cálculos respectivos para obtener la numeración total (Cossio, 2008).



IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Evaluación Sensorial del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío

Cuadro 14. Valores de probabilidad ($P \geq F$) de la tabla ANOVA. Para la evaluación sensorial.

FUENTE	APARIENCIA	OLOR	COLOR	TEXTURA	EV.TOTAL
Fosfatos	0.00001**	0.001**	0.457 ^{N.S}	0.814 ^{N.S}	0.043*
Concentración	0.00002**	0.00002**	0,00002**	0.0000003**	0.000011**
Tiempo	0.000034**	0.010*	0.000009**	0.000001**	0.057 ^{N.S}
Fosfatos x concentración	0.000001**	0.000004**	0.128 ^{N.S}	0.959 ^{N.S}	0.255 ^{N.S}
Fosfatos x Tiempo	0.001**	0.916 ^{N.S}	0.734 ^{N.S}	0.437 ^{N.S}	0.644 ^{N.S}
Concentración x Tiempo	0.015*	0.901 ^{N.S}	0.352 ^{N.S}	0.647 ^{N.S}	0.789 ^{N.S}
Fosfatos x concentración x Tiempo	0.311 ^{N.S}	0.091 ^{N.S}	0.782 ^{N.S}	0.216 ^{N.S}	0.531 ^{N.S}
Coefficiente de variación	2.36%	1.20%	3.35%	2.66%	1.53%

($P \leq 0.01$)**, ($P \leq 0.05$)*, ($P \geq 0.05$)^{N.S}

En el cuadro 14 se presenta el nivel de significancia según análisis de varianza con los resultados obtenidos entre los factores P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo) y sus respectivas interacciones, para los diferentes atributos sensoriales (apariencia, color, olor, textura y evaluación sensorial total). En el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

De acuerdo con el cuadro 14 se presenta el nivel de significancia de los ANOVA con DCA y arreglo factorial $2 \times 3 \times 3 = 18$ tratamientos, en la evaluación sensorial de apariencia, color, olor, textura y evaluación sensorial total, de las dos mezclas de fosfatos (tripolifosfato de sodio 50% + hexametáfosfato de sodio 50%, tripolifosfato de sodio 50% + mezcla comercial 50%) Bajo diferentes concentraciones (3%, 6% y 9%), aplicado en diferentes tiempos de inmersión (5, 10 y 15 minutos) utilizados como mejoradores de calidad en el filete de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío.

Cuadro 15. Prueba de comparación múltiple de Tukey para ($Pr \leq 0.05$) para P (fosfatos), C (concentraciones) y T (tiempo) para los diferentes atributos sensoriales.

FUENTE	MEDIA	APARIENCIA	OLOR	COLOR	TEXTURA	EV.TOTAL
Fosfatos	P (1)	(18.12) ^a	(16.79) ^a			(85.07) ^a
		0.12 ^{N.S}	0.26 ^{N.S}			0.25 ^{N.S}
	P (2)	(17.37) ^a	(16.59) ^a			(84.32) ^a
		0.12 ^{N.S}	0.26 ^{N.S}			0.25 ^{N.S}
Concentración	C (1)	(17.12) ^b	(16.40) ^b	(25.98) ^a	(23.65) ^b	(86.10) ^a
		0.01 [*]	0.003 ^{**}	0.0000004 ^{**}	0.00000021 ^{**}	0.00001 ^{**}
	C (2)	(17.38) ^b	(16.63) ^b	(24.33) ^b	(26.52) ^a	(83.57) ^b
		0.01 [*]	0.003 ^{**}	0.0000004 ^{**}	0.00000021 ^{**}	0.00001 ^{**}
	C (3)	(18.73) ^a	(17.03) ^a	(22.67) ^c	(27.78) ^a	(84.42) ^b
		0.01 [*]	0.003 ^{**}	0.0000004 ^{**}	0.00000021 ^{**}	0.00001 ^{**}
Tiempo	T (1)	(17.33) ^a	(16.58) ^a	(24.92) ^a	(25.33) ^a	
		0.36 ^{N.S}	0.616 ^{N.S}	0.38 ^{N.S}	0.54 ^{N.S}	
	T (2)	(17.70) ^a	(16.68) ^a	(24.41) ^a	(25.90) ^a	
		0.36 ^{N.S}	0.616 ^{N.S}	0.38 ^{N.S}	0.54 ^{N.S}	
	T (3)	(18.20) ^a	(16.80) ^a	(23.65) ^a	(26.67) ^a	
		0.36 ^{N.S}	0.616 ^{N.S}	0.38 ^{N.S}	0.54 ^{N.S}	

($P \leq 0.01$)^{**}, ($P \leq 0.05$)^{*}, ($P \geq 0.05$)^{N.S}

P (1) = (tripolifosfato de sodio 50%, hexametafosfato de sodio 50%).

P (2) = (tripolifosfato de sodio 50%, mezcla comercial 50%)

C (1) = concentración 3%, C (2) = concentración 6%, C (3) = concentración 9%

T (1) = tiempo 5 minutos, T (2) = tiempo 10 minutos, T (3) = tiempo 15 minutos.

En el Cuadro 15 se muestran los valores promedios efectuada la prueba de comparación múltiple de Tukey ($Pr \leq 0,05$) para apariencia, color, olor, textura, evaluación sensorial total (las medias mostradas en paréntesis que no comparten una letra en el margen superior derecho, son significativamente diferentes). Los valores obtenidos corresponden de acuerdo a la apreciación de los panelistas, la evaluación para apariencia corresponde a un rango de (0-20), para color a un rango de (0-30), para olor un rango de (0-20), para textura un rango de (0-30), y para la evaluación sensorial total califica la sumatoria de todas las características antes mencionadas en un rango de (0-100).

Cuadro 16. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x C (concentración). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los atributos sensoriales.

FUENTE	APARIENCIA	OLOR
P dentro de C1	220.84**	13.50**
P dentro de C2	14.35**	145.0**
P dentro de C3	1.36 N.S.	6.0*
C dentro de P1	57.79**	124.00**
C dentro de P2	224.66**	76.88**
F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39		
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20		

Cuadro 17. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los atributos sensoriales.

FUENTE	APARIENCIA
P dentro de T1	8.49**
P dentro de T2	149.77**
P dentro de T3	21.74**
T dentro de P1	44.55***
T dentro de P2	37.87**
F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39	
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20	

Cuadro 18. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C (concentración) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los atributos sensoriales.

FUENTE	APARIENCIA
C dentro de T1	103.3**
C dentro de T2	33.37**
C dentro de T3	30.74**
T dentro de C1	22.81**
T dentro de C2	26.55**
T dentro de C3	3.45 N.S
F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39	
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20	

4.1.1. Evaluación sensorial de apariencia

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los factores P (fosfatos), C (concentración) y T (tiempo) para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel aplicamos una prueba de comparación múltiple de tukey.

En el cuadro 15 se muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio, como mejoradores de las propiedades sensoriales de apariencia en el filete de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) presentando mejor evaluación de apariencia. La concentración C3 al (9%) Con un \bar{x} de calificación de 18.73, con respecto a las concentraciones C2 al (6%) y C1 al (3%) que no presentan diferencia significativa entre sí, con respecto a los tipos de mezclas de fosfatos utilizados y tiempos de inmersión se mostro que no existe diferencia estadísticamente significativa en el estudio hecha la prueba de comparación múltiple de Tukey, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Así mismo, se determino que existe interacción entre los factores P (fosfatos) x C (concentración). También para P (fosfatos) x T (tiempo), C (concentración) x T (tiempo), para lo cual se aplico una prueba de

efectos simples, con el fin de determinar en forma precisa el nivel de interacción de ambos factores.

Se muestra en el cuadro 16 que para (P dentro de C1, P dentro de C2, P dentro de C3) se determinó interacción altamente significativa entre los niveles de P1 y P2 bajo los niveles de C1, C2 y C3, es decir que existe una alta diferencia significativa entre las mezclas (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%) y (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) con respecto al nivel de concentración 3%, 6% y 9%.

Para (C dentro de P1, C dentro de P2). Existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración C1 (3%), C2 (6%) y C3 (9%), bajo el nivel de P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%), P2 (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%). Por lo que, tal diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración, es de relación con P1 y P2. Lo cual implica que ambos interactúan y depende uno del otro.

Como se muestra en el cuadro 17 y 18 también mostraron diferencia estadísticamente significativa, en las pruebas de efectos simples, para las interacciones P (fosfatos) X T (tiempo) y C (concentración) X T (tiempo). Mostrando interacción y dependencia el uno del otro en cada factor.

Con respecto a la interacción de triple P x C x T. no presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno del otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 2.36% considerado estadísticamente como eficiente.

4.1.2. Evaluación sensorial de Olor

Se encontró que para los factores P (fosfatos) y C (concentración) existe una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor T (tiempo) se determino una diferencia significativa ($P \leq 0.05$), para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel se aplico una prueba de comportamiento múltiple de Tukey.

Según el cuadro 15 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio, con respecto a la evaluación sensorial de olor, presentando mejor evaluación la concentración C3 al (9%) con un \bar{x} de calificación de 17.03, luego está la concentración C2 al (6%) con un \bar{x} de calificación de 16.64 y finalmente la concentración C1 al (3%) con un \bar{x} de calificación de 16.40. Con respecto a los tipos de mezclas de fosfatos utilizados y tiempos de inmersión se mostro que no existe diferencia estadísticamente significativa en el estudio hecha la prueba de comparación múltiple de Tukey, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Así mismo, se determino que existe interacción entre los factores P (fosfatos) x C (concentración) para lo cual se aplico una prueba de efectos simples, con el fin de determinar en forma precisa el nivel de interacción de ambos factores.

Se muestra en el cuadro 16, que para (P dentro de C1, P dentro de C2, P dentro de C3). Se determino interacción altamente significativa entre los niveles de P1 y P2 bajo los niveles de C1, C2 y C3, es decir que existe una alta diferencia significativa entre las mezclas (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametfosfato de sodio 50%) y (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) con respecto al nivel de concentración 3%.6% y 9%.

Para (C dentro de P1, C dentro de P2). Existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración C1 (3%), C2 (6%) y C3 (9%), bajo el nivel de P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametfosfato

de sodio 50%), P2 (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) por lo que tal diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración, es de relación con P1 y P2. lo cual implica que ambos interactúan y depende uno del otro.

Con respecto a la interacción de P (fosfatos) x T (tiempo), de C (concentración) x T (tiempo). Así mismo de la interacción triple P x C x T. no presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro, es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno del otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 1.20% considerado estadísticamente como muy eficiente.

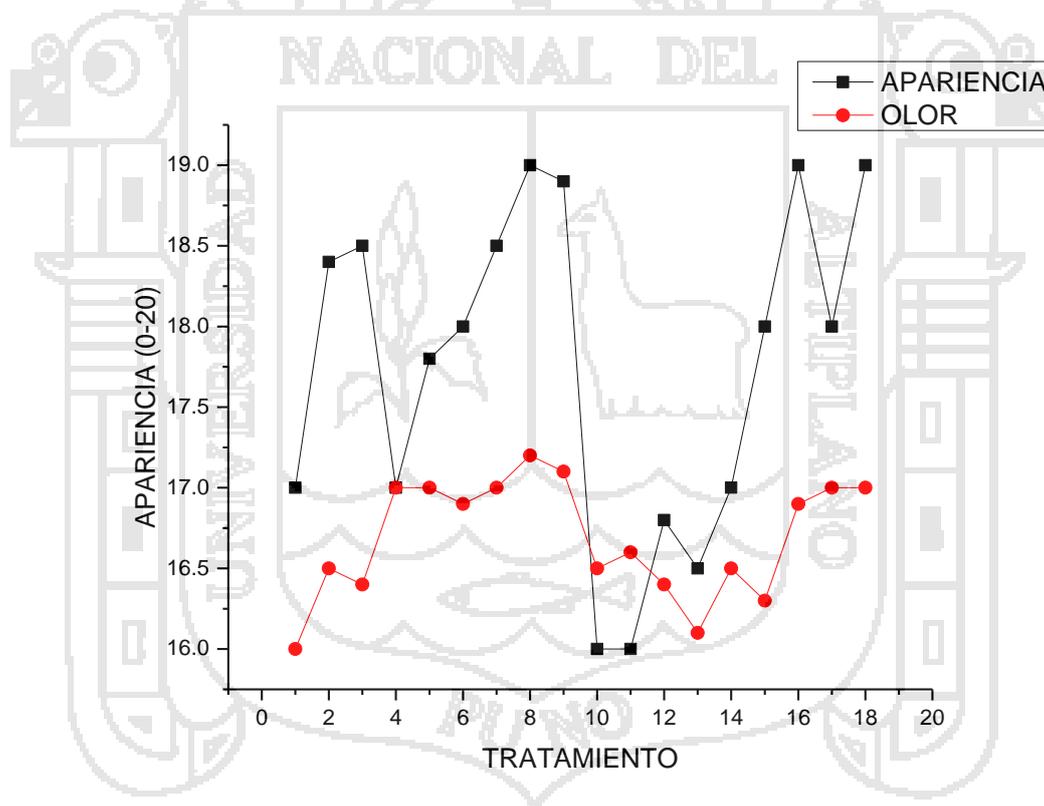


Figura 10. Efectos principales en los factores en estudio para la evaluación sensorial de apariencia en relación a la evaluación sensorial de olor para los 18 tratamientos.

4.1.3. Evaluación sensorial de Color

Se encontró que para los factores C (concentración) y T (tiempo) existe una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel se aplica una prueba de comparación múltiple de Tukey.

Según el cuadro 15 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio, con respecto a la evaluación sensorial de color, presentando mejor evaluación sensorial de color. La concentración C1 al (3%) con un \bar{x} de calificación de 25.97, luego está la concentración C2 al (6%) y finalmente la concentración C3 al (9%) con un \bar{x} de calificación de 22.75. Con respecto a la prueba de comparación múltiple de Tukey, para el factor T (tiempo) no mostro diferencia estadísticamente significativa, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Con respecto al factor P (fosfatos) a la interacción de P (fosfatos) x T (tiempo), de P (fosfatos) x C (concentración), C (concentración) x T (tiempo) y la interacción triple P x C x T. no presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro, es decir actúan en forma paralela y/o independiente uno el otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 3.35 % considerado estadísticamente como eficiente.

4.1.4. Evaluación sensorial de Textura

Se encontró que para los factores C (concentración) y T (tiempo), existe una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel se aplico una prueba de comparación múltiple de Tukey.

Según el cuadro 15 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio, con respecto a la evaluación sensorial de textura, utilizando mezclas de fosfatos como mejoradores de las propiedades sensoriales en el filete de

trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) presentando mejores evaluaciones, las concentración C3 al (9%) con un \bar{x} de calificación de 27.78, y la concentración C2 al (6%) con un \bar{x} de calificación de 26.52, mas ambas no presentaron diferencia significativa con relación a la concentración C1 al (3%) con un \bar{x} de calificación de 23.65, con respecto a la prueba de comparación múltiple de Tukey, para el factor T (tiempo) no mostro diferencia estadísticamente significativa, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Así mismo. Con respecto al factor P (fosfatos), la interacción de P (fosfatos) x T (tiempo), P (fosfatos) x C (concentración), C (concentración) x T (tiempo) y la interacción triple P x C x T. no presentaron diferencia estadísticamente significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro, es decir actúan en forma paralela y/o independiente el otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 2.66 % considerado estadísticamente como eficiente.

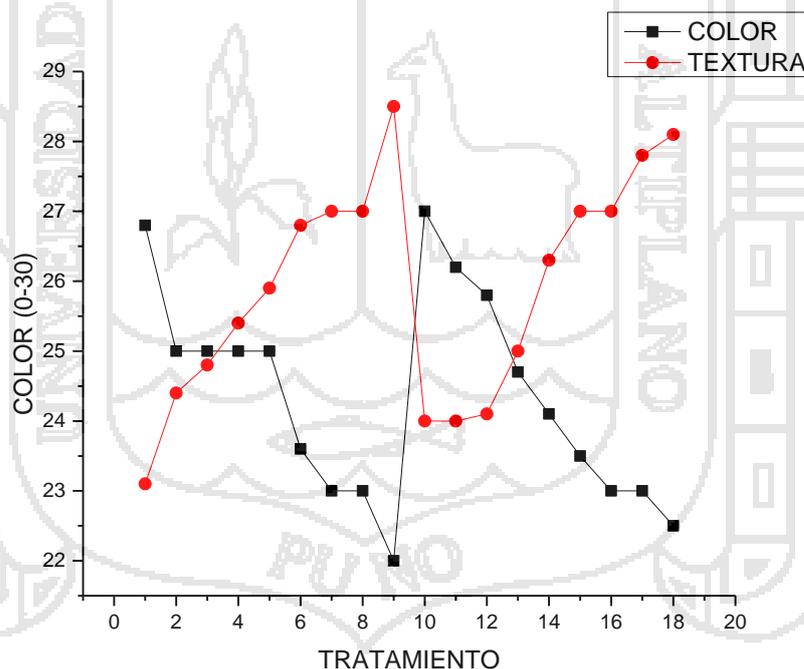


Figura 11. Efectos principales de los factores de estudio para la evaluación sensorial de color en relación a la evaluación sensorial de textura para los 18 tratamientos.

4.1.5. Evaluación de Análisis Sensorial Total

Se encontró que para el factor P (fosfatos). Existe una diferencia significativa ($P \leq 0.05$), mientras que para el factor C (concentración) existe una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel se aplicó una prueba de comparación múltiple de Tukey.

Según el cuadro 15 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos mezclas de fosfatos utilizadas en el estudio como mejoradores de las propiedades sensoriales en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío, presentando mejor evaluación la mezcla P1 (Tripolifosfato de sodio 50%+ Hexametáfosfato de sodio 50%) con un \bar{x} de calificación de 85.06, luego está el P2 (Tripolifosfato de sodio 50%+ Mezcla comercial 50%) con un \bar{x} de calificación de 84.32. También se mostró que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones con respecto a la evaluación sensorial de total, presentando mejor evaluación sensorial total. La concentración C3 al (9%) con un \bar{x} de calificación de 86.1, luego está la concentración C2 al (6%) con un \bar{x} de calificación de 84.41 y finalmente la concentración C1 (3%) con un \bar{x} de calificación de 83.57 prueba realizada al 95% de probabilidad.

Con respecto al factor T (tiempo), a la interacción de P (fosfatos) x C (concentración), P (fosfatos) x T (tiempo), C (concentración) x T (tiempo) y así mismo de la interacción triple P x C x T. no presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno del otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 1.53% considerado estadísticamente como muy eficiente.

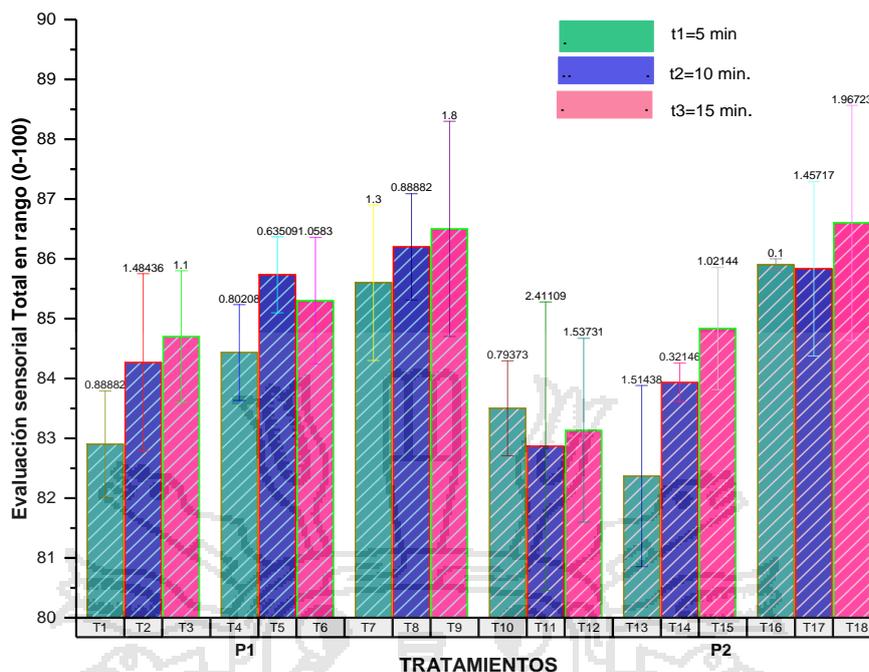


Figura 12. Efectos principales de los factores de estudio en la evaluación sensorial total evaluando concentración de las mezclas de fosfatos.

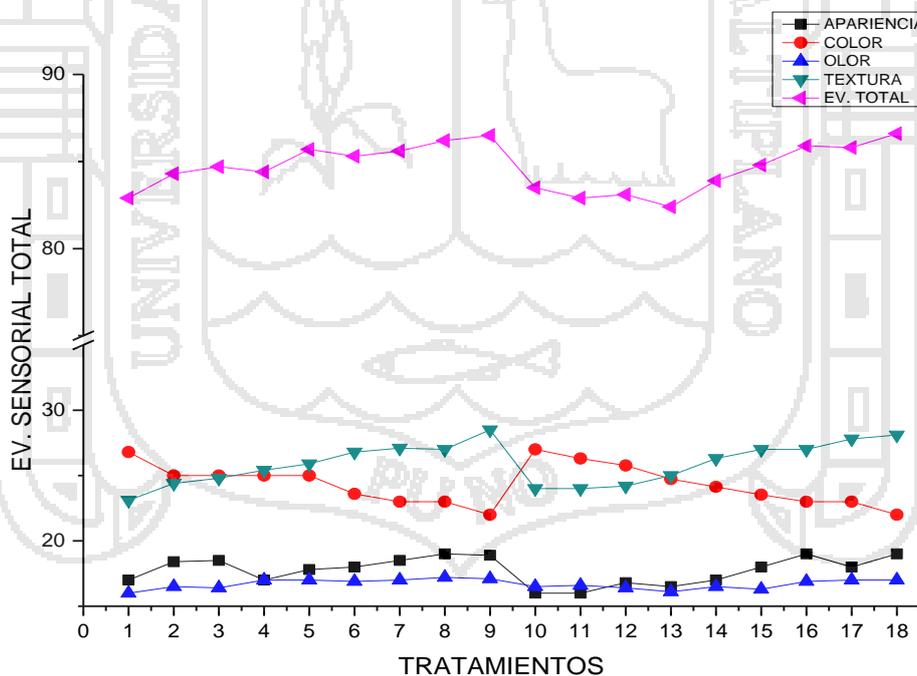


Figura 13. Efectos principales de los factores en estudio para la evaluación de las características sensoriales color, textura, sabor, apariencia para cada tratamiento en función de la evaluación total.

En estudios recientes se ha visto que los fosfatos pueden ser una alternativa para mejorar distintos aspectos de calidad (jugosidad, estabilidad del color, mejorar la apariencia, preservar las características de frescura, etc.) en las canales y pescados; adicionando los fosfatos al agua utilizada para el enfriamiento (Cossio, 2008).

Los fosfatos tienen una amplia aplicación en la industria pesquera como un agente mejorador de la calidad en el proceso de productos acuáticos (Goncalves & Duarte, 2008). Dentro de las propiedades funcionales de los fosfatos en el pescado y productos derivados, estabilización del color, extendiéndose de ese modo, su vida útil, en los últimos tiempos el empleo de los fosfatos en algunos segmentos de la industria pesquera ha sido objeto de exámenes minuciosos por parte de las instituciones gubernamentales en varios países (Goncalves , Rech, Rodriguez, & Teixeira, 2008)

De acuerdo con los resultados, los tratamientos T1, T9 tiene un efecto a estabilizar el color ya que a mayor concentración y tiempo de inmersión se produce una pérdida de color de un rosado intenso tiende a blanquearse, también destacar el tiempo de inmersión no es significativo ya que no se pudieron observar mejores resultados al aumentar el tiempo de inmersión.

De acuerdo con los resultados, los tratamientos T7, T8, T9 tiene un efecto a mejorar la apariencia sensorial total siendo más relevante las concentraciones de 6% y 9% como mejoradores de las propiedades sensoriales en el filete de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*).

Para todos los parámetros evaluados la utilización de mezclas de fosfatos en diferentes concentraciones y tiempos de inmersión mejora las características de apariencia, olor, textura y evaluación sensorial total. También enfatizar el efecto adverso en el atributo de color ya que mostro una disminución en la evaluación según la escala hedónica. Al no tener similitud con los estudios anteriormente descritos, se atribuye que las

diferencias fueron probablemente debidas a las características propias del filete de trucha utilizado en su estudio.

Es importante enfatizar que la presencia de fosfatos no causo ningún efecto adverso en los atributos de olor y presencia de sabores extraños en los filetes de trucha.

4.2. Evaluación fisicoquímica en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío

Cuadro 19. Valores de probabilidad ($P \geq F$) de la tabla ANOVA para los análisis de características fisicoquímicas.

FUENTE	CRA	TEXTURA	p H	IND. PEROX.	TRAZ RES.
Fosfatos	0.01700**	0.112 ^{N.S}	0.000003**	0.000001**	0.00000001**
Concentración	0.000001**	0.00000032**	0.00001**	0.000001**	0.00000012**
Tiempo	0.01400*	0.000000002**	0.00003**	0.000001**	0.00000005**
Fosfatos x concentración	0.063 ^{N.S}	0.000000001**	0.0022**	0.000001**	0.00000001**
Fosfatos x Tiempo	0.500001 ^{N.S}	0.000012**	0.82 ^{N.S}	0.0000012**	0.00000002**
Concentración x Tiempo	0.3670 ^{N.S}	0.00000004**	0.72 ^{N.S}	0.00000023**	0.00000003**
Fosfatos x concentración x Tiempo	0.9220 ^{N.S}	0.039*	0.81 ^{N.S}	0.001**	0.00005**
Coeficiente de variación	0.43%	4.42%	0.62%	0.05%	2.36%

($P \leq 0.01$)**, ($P \leq 0.05$)*, ($P \geq 0.05$)N.S

En el cuadro 19 se presenta el nivel de significancia según análisis de varianza con los resultados obtenidos entre los factores P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo) y sus respectivas interacciones, para los diferentes atributos físico químicos (CRA, textura, pH, índice de peróxidos y traza residual de fosfatos) en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

De acuerdo con el cuadro 19 se presenta el nivel de significancia de los ANOVA con DCA y arreglo factorial $2 \times 3 \times 3 = 18$ tratamientos, en la evaluación físico química de (CRA, textura, pH, índice de peróxidos y traza residual de fosfatos), de dos mezclas de fosfatos (tripolifosfato de sodio 50% + hexametafosfato de sodio 50%, tripolifosfato de sodio 50% + mezcla comercial 50%) Bajo diferentes concentraciones (3%, 6% y 9%), aplicado en

diferentes tiempos de inmersión (5,10 y 15 minutos) utilizados como mejoradores de calidad en el filete de la trucha arco iris. (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío.

Cuadro 20. Prueba de comparación múltiple de Tukey para ($P \leq 0.05$) para P (fosfatos), C (concentraciones) y T (tiempo) para los diferentes análisis de las características fisicoquímicas.

FUENTE	MEDIA	CRA	TEXTURA	p H	IND. PEROX.	TRAZ RES.	
Fosfatos	P (1)	(94.27) ^a		(6.35) ^a	(7.04) ^b	(0.57) ^a	
		0.24 ^{N.S}		0.40 ^{N.S}	0.000000012 ^{**}	0.16 ^{N.S}	
	P (2)	(94.00) ^a		(6.40) ^a	(4.55) ^a	(0.51) ^a	
		0.24 ^{N.S}		0.40 ^{N.S}	0.000000012 ^{**}	0.16 ^{N.S}	
	Concentración	C (1)	(93.70) ^b	(0.57) ^a	(6.27) ^c	(5.31) ^a	(0.49) ^a
			0.000001 ^{**}	0.56 ^{N.S}	0.00 ^{**}	0.56 ^{N.S}	0.01 [*]
C (2)		(94.12) ^b	(0.53) ^a	(6.37) ^b	(5.88) ^a	(0.51) ^a	
		0.000001 ^{**}	0.56 ^{N.S}	0.00 ^{**}	0.56 ^{N.S}	0.01 [*]	
C (3)		(94.60) ^a	(0.51) ^a	(6.49) ^a	(6.20) ^a	(0.62) ^b	
		0.000001 ^{**}	0.56 ^{N.S}	0.00 ^{**}	0.56 ^{N.S}	0.01 [*]	
Tiempo	T (1)	(94.03) ^a	(0.60) ^a	(6.34) ^a	(5.59) ^a	(0.51) ^a	
		0.35 ^{N.S}	0.04 [*]	0.62 ^{N.S}	0.90 ^{N.S}	0.37 ^{N.S}	
	T (2)	(94.00) ^a	(0.53) ^{ab}	(6.38) ^a	(5.83) ^a	(0.54) ^a	
		0.35 ^{N.S}	0.04 [*]	0.62 ^{N.S}	0.90 ^{N.S}	0.37 ^{N.S}	
	T (3)	(94.38) ^a	(0.47) ^b	(6.41) ^a	(5.97) ^a	(0.58) ^a	
		0.35 ^{N.S}	0.04 [*]	0.62 ^{N.S}	0.90 ^{N.S}	0.37 ^{N.S}	

($P \leq 0.01$)^{**}, ($P \leq 0.05$)^{*}, ($P \geq 0.05$)^{N.S}

P (1) = (tripolifosfato de sodio 50%, hexametáfosfato de sodio 50%).

P (2) = (tripolifosfato de sodio 50%, mezcla comercial 50%)

C (1) = concentración 3%, C (2) = concentración 6%, C (3) = concentración 9%

T (1) = tiempo 5 minutos, T (2) = tiempo 10 minutos, T (3) = tiempo 15 minutos.

En el Cuadro 20 se muestran los valores promedios efectuada la prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$), las medias mostradas en paréntesis que no comparten una letra (margen superior derecho) son

significativamente diferentes, para valores de P ($P \leq 0.01$) **. ($P \leq 0.05$)*, ($P > 0.05$)^{N.S} en la evaluación de características fisicoquímicas.

Cuadro 21. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x C (concentración). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los análisis de propiedades fisicoquímicas.

FUENTE	TEXTURA	p H	IND. PEROX	TRAZ. RES
P dentro de C1	93.91**	2.7 ^{N.S}	4754400**	48.00 **
P dentro de C2	532.17**	33.96**	11694000**	4.17*
P dentro de C3	328. **	88.47**	15114000**	703408.17**
C dentro de P1	383.48**	106.62**	2069400**	3532.45**
C dentro de P2	172.17**	323.00**	42000**	283.10**

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Cuadro 22. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P (fosfatos) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los análisis de propiedades fisicoquímicas.

FUENTE	TEXTURA	IND. PEROX	TRAZ. RES
P dentro de T1	14.09**	8120400**	41.00**
P dentro de T2	1.25 ^{N.S}	9874800**	24.00**
P dentro de T3	54.78**	12220800**	2050.00**
T dentro de P1	99.39**	330000**	1165.00**
T dentro de P2	314.61**	17400**	34.90**

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Cuadro 23. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C (concentración) x T (tiempo). Para valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de los análisis de propiedades fisicoquímicas.

FUENTE	TEXTURA	IND. PEROX	TRAZ. RES
C dentro de T1	29.74**	379200**	218.95**
C dentro de T2	19.57**	453000**	614.30**
C dentro de T3	54.78**	134400**	1295.35**
T dentro de C1	61.04**	130200**	14.15**
T dentro de C2	211.30**	99000**	123.65**
T dentro de C3	28.17**	9600**	620**
F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39			
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20			

4.2.1. Evaluación de capacidad de retención de agua (CRA)

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los factores P (fosfatos) y C (concentración) mientras que para el factor T (tiempo) solo se encontró diferencia significativa, para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel aplicamos una prueba de comparación múltiple de Tukey.

Según el cuadro 20 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio, con respecto a la evaluación fisicoquímica de capacidad de retención de agua (CRA), utilizando mezclas de fosfatos como mejoradores de las propiedades fisicoquímicas en el filete de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) presentando mejor evaluación la concentración C3 al (9%) con un \bar{x} de calificación de 94.70, con respecto a las concentraciones C2 al (6%) y C1 al (3%) que no presentan significancia entre sí. Con respecto a la prueba de comparación múltiple de Tukey, para los factores P (fosfatos) y T (tiempo). No mostraron diferencia estadísticamente significativa, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Con respecto a las interacciones de P (fosfatos) x C (concentración), P (fosfatos) x T (tiempo) y C (concentración) x T (tiempo),. Así mismo de la interacción triple P x C x T. no presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno el otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 0.43% considerado estadísticamente como eficiente.

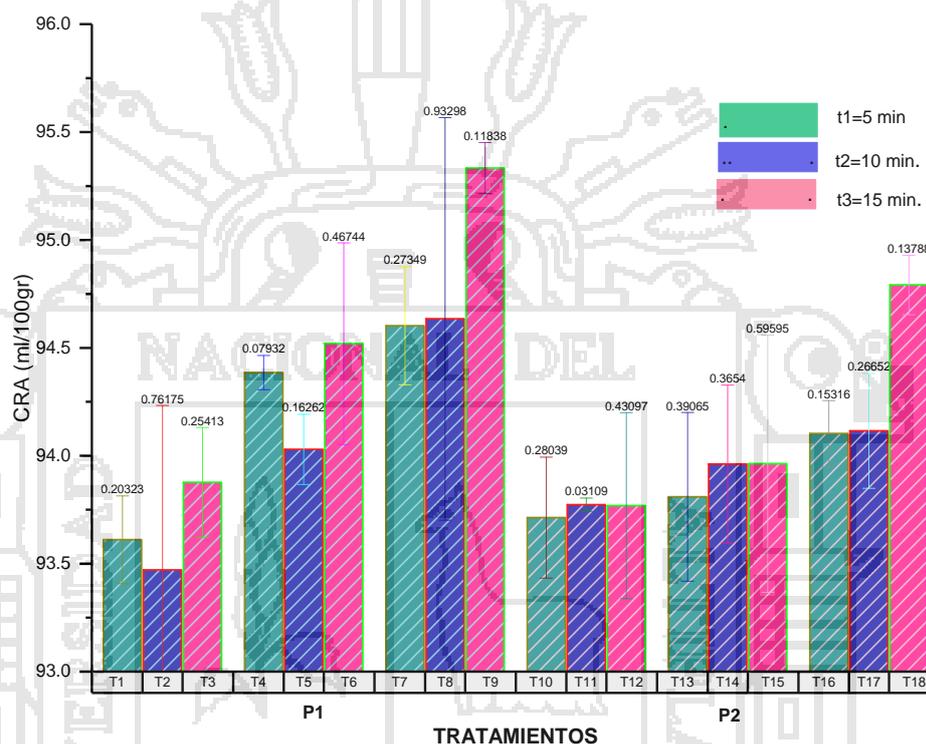


Figura 14. Efectos principales de los factores de estudio en la evaluación de capacidad de retención de agua (CRA).

La capacidad de retención de agua del músculo del pescado es muy importante tanto desde un punto de vista comercial como para la aceptación del producto por parte del consumidor, la pérdida de peso que provoca la liberación de agua durante el procesamiento de un producto y durante su almacenamiento puede suponer pérdidas económicas. Los cambios en el contenido de agua y su distribución en el interior del músculo pueden influir en parámetros de calidad del pescado relacionados con su textura y apariencia, así como con su estabilidad durante el almacenamiento (Alvarez, 2012).

La CRA de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de grupo de peso de 69.21 a 195.06 g es de 53.79 ± 0.56 % (García y et al, 2004) y la CRA en el músculo de dorado es de 96 % después de 24 horas almacenado refrigerado (Alvarez, 2012), a su vez (Cossio, 2008) aplicó fosfatos en la carne de pollo por inmersión, donde mejoró la CRA, obteniendo 55% en muestras tratadas con tripolifosfato de sodio al 14% de concentración y 51 % en muestras sin tratamiento con fosfatos. Sin embargo en el presente trabajo se obtuvieron valores superiores de los citados. En el T9 (tripolifosfato de sodio 50% + hexametáfosfato de sodio 50%) en concentración al 9%, con tiempo de inmersión de 15 minutos presentó el mejor resultado de CRA 94.70 %.

4.2.2. Evaluación fisicoquímica de textura

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los factores C (concentración) y T (tiempo), para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel aplicamos una prueba de comparación múltiple de Tukey.

Según el cuadro 20 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de inmersión utilizados en el estudio, con respecto a la evaluación fisicoquímica de textura, utilizando mezclas de fosfatos como mejoradores de las propiedades fisicoquímicas en el filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Presentando mejor evaluación de textura, el tiempo de inmersión T1 (5 minutos) con un \bar{x} de calificación de 6.0 N, con respecto a los tiempos de inmersión T2 (10 minutos) y T3 (15 minutos) presentaron diferencia de significancia entre sí, con respecto a las concentraciones de fosfato se mostró que no existe diferencia estadísticamente significativa en el estudio, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Así mismo, se determinó que existe interacción entre los factores P (fosfatos) x C (concentración) también para P (fosfatos) x T (tiempo), C (concentración) x T (tiempo) para lo cual se realiza una prueba de efectos

simples, con el fin de determinar en forma precisa el nivel de interacción, de estos factores.

Se muestra en el cuadro 21 que para (P dentro de C1, P dentro de C2, P dentro de C3) se determinó interacción altamente significativa entre los niveles de P1 y P2 bajo los niveles de C1, C2 y C3, es decir que existe una alta diferencia significativa entre las mezclas (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%) y (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) con respecto al nivel de concentración 3%, 6% y 9%.

Para (C dentro de P1, C dentro de P2). Existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración C1 (3%), C2 (6%) y C3 (9%), bajo el nivel de P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%), P2 (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%). Por lo que, tal diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración, es de relación con P1 y P2. Lo cual implica que ambos interactúan y depende uno del otro.

Como se muestra en el cuadro 22 Para (P dentro de T2) no existe diferencia significativa entre los tiempos de inmersión también los cuadros 23 y 24. Mostraron diferencia estadísticamente significativa, en las pruebas de efectos simples, para las interacciones P (fosfatos) X T (tiempo) y C (concentración) X T (tiempo). Mostrando interacción y dependencia el uno del otro en cada factor.

Con respecto a la interacción de triple P x C x T. no presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro, es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno del otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 4.42% considerado estadísticamente como eficiente.

Se determinó en filetes de salmón valores firmeza en la textura de 2.5 N hasta 8 N, difiriendo según el lugar de ubicación en el filete (Sigurgisladottir, Hafsteinsson, Jonsson, Nortvedt, Thomassen, &

Torrissen, 1999), a su vez (Cavieres, 2010) determino valores de firmeza de $14,40 \pm 1,16$ a $13,55 \pm 0,85$ N en músculo de salmón Coho (*Oncorhynchus kisutch*) procesado en conserva con método tradicional y $18,75 \pm 2,10$ a $19,13 \pm 2,01$ N con tratamiento previo de hielo líquido durante 9 días. En el presente estudio se obtuvieron valores similares de los citados, como mejor resultado \bar{x} de firmeza 6 N en T (1).

4.2.3. Evaluación fisicoquímica de pH

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Para los factores P (fosfatos), C (concentración) y T (tiempo), para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel se aplico una prueba de comparación múltiple de Tukey.

En el cuadro 20 se muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio como mejoradores de las características fisicoquímicas en el filete de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*). Presentando mejor evaluación fisicoquímica de pH. La concentración C3 al (9%) con una \bar{x} de calificación de 6.49, con respecto a las concentraciones C2 al (6%) con una \bar{x} de calificación de 6.37, y la concentración C1 al (3%) con una \bar{x} de calificación de 6.27, también mostraron diferencia estadísticamente significativa entre sí, con respecto a los tipos de mezclas de fosfatos y tiempos de inmersión. Se mostro que no existe diferencia estadísticamente significativa en el estudio, realizada la prueba de comparación múltiple de Tukey, Prueba realizada al 95% de probabilidad. Así mismo, se determino que existe interacción entre los factores P (fosfatos) y C (concentración). Para lo cual se aplico una prueba de efectos simples, con el fin de determinar en forma precisa el nivel de interacción de ambos factores.

Se muestra en el cuadro 21 que para (P dentro de C1) no existe diferencia estadísticamente significativa es decir que actúan independientemente, mientras que para (P dentro de C2, P dentro de C3)

se determinó interacción altamente significativa entre los niveles de P1 (C2, C3) y P2 bajo los niveles de (C1, C2 y C3), es decir que existe una alta diferencia significativa entre las mezclas de (Tripolifosfato de sodio 50%, Hexametáfosfato de sodio 50%) y (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) con respecto al nivel de concentración 3%, 6% y 9%.

Para (C dentro de P1, C dentro de P2). Existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración C1 (3%), C2 (6%) y C3 (9%), bajo el nivel de P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%), P2 (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%). Por lo que, tal diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración, es de relación con P1 y P2. Lo cual implica que ambos interactúan y depende uno del otro.

Con respecto a la interacción P (fosfato) x T (tiempo), C (concentración) x T (tiempo) y así mismo la interacción triple P x C x T. no presentaron diferencia estadísticamente significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro, es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno del otro, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 0.62% considerado estadísticamente como eficiente.

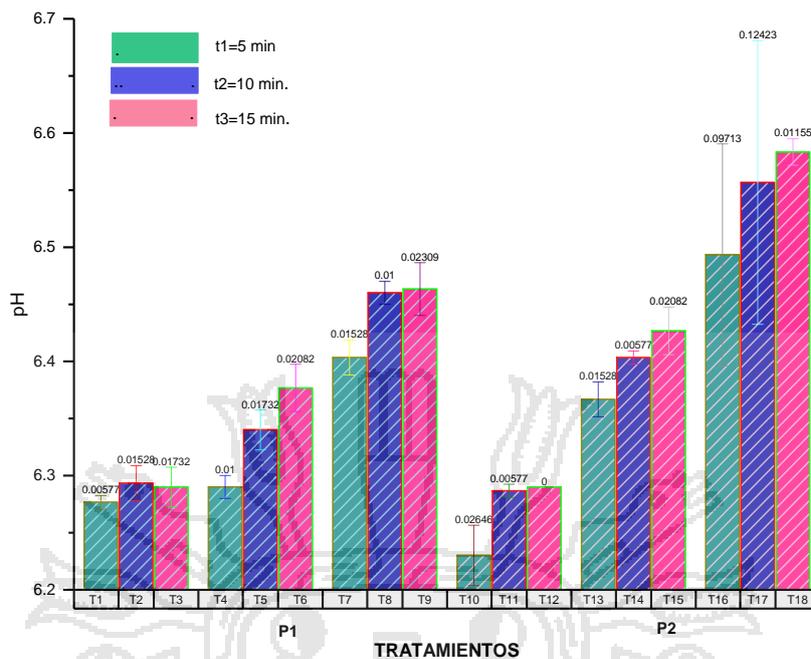


Figura 15. Efectos principales de los factores de estudio para la evaluación de pH.

En evaluaciones de pH realizadas en salmónidos se obtuvieron valores para el pH desde $6,62 \pm 0,05$ hasta $6,29 \pm 0,02$ del belly de trucha arco iris, con tendencia a disminuir en el tiempo, (Cavieres, 2010). El Reglamento Sanitario de los Alimentos (MINSA, 1997) establece que el valor de pH permitido en pescado fresco es 6,80 máximo.

En la estabilización de filetes de trucha con cloruro de sodio para la elaboración de hamburguesas el pH resulta máximo y más próximo a la neutralidad a concentraciones de 0.3 y 0.4 % de tripolifosfato de sodio (León, 2008), a su vez (Cossio, 2008) en la variable pH, obtuvo resultó altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre la muestra control y las muestras de los tratamientos con fosfatos en canales de pollo. En el presente trabajo se obtuvieron valores de pH similares de los citados anteriormente.

En la figura 15 se observa que el pH del musculo de trucha arcoíris tiene una tendencia a aumentar en función a más cantidad de concentración de fosfatos, obteniéndose el más alto valor de pH 6.58 en el tratamiento 18.

A medida que el pH disminuye, se reduce la carga neta de la superficie de las proteínas musculares, causando su desnaturalización parcial y disminuyendo su capacidad de retener agua.

4.2.4. Evaluación fisicoquímica del índice de peróxidos

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Para los factores P (fosfatos), C (concentración) y T (tiempo), para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel aplicamos una prueba de comparación múltiple de Tukey.

El cuadro 20 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio como mejoradores de las propiedades fisicoquímicas de índice de peróxidos en el filete de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*). Presentando mejor evaluación de índice de peróxido la mezcla de P2 (Tripolifosfato de sodio 50%+ mezcla comercial 50%). Con un \bar{x} de calificación de 4.55 con respecto a la mezcla P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + hexametáfosfato de sodio 50%) Con una \bar{x} de calificación de 7.04, con respecto a las concentraciones y los tiempos de inmersión realizada la prueba de comparación múltiple de Tukey, se mostro que no existe diferencia estadísticamente significativa en el estudio, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Así mismo, se determino que existe interacción entre los factores P (fosfatos) x C (concentración). También para P (fosfatos) x T (tiempo), C (concentración) x T (tiempo), para lo cual se aplico una prueba de efectos simples, con el fin de determinar en forma precisa el nivel de interacción de ambos factores.

Se muestra el cuadro 21 para (P dentro de C1, P dentro de C2, P dentro de C3) se determino interacción altamente significativa entre los niveles de P1 y P2 bajo los niveles de C1, C2 y C3, es decir que existe una alta diferencia significativa entre las mezclas (Tripolifosfato de sodio 50% +

Hexametafosfato de sodio) y (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial) con respecto al nivel de concentración 3%.6% y 9%.

Para (C dentro de P1, C dentro de P2) existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración C1 (3%), C2 (6%) y C3 (9%), bajo el nivel de P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametafosfato de sodio 50%), P2 (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) por lo que tal diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración es de relación con P1 y P2. Lo cual implica que ambos interactúan y depende uno del otro.

Como se muestra en el cuadro 22 y 23 también mostraron diferencia significancia estadísticamente las evaluaciones de efectos simples para las interacciones P (fosfatos) X T (tiempo) y C (concentración) X T (tiempo) y la interacción de triple P x C x T, mostrando dependencia el uno del otro en cada factor, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 0.05% considerado estadísticamente como eficiente.

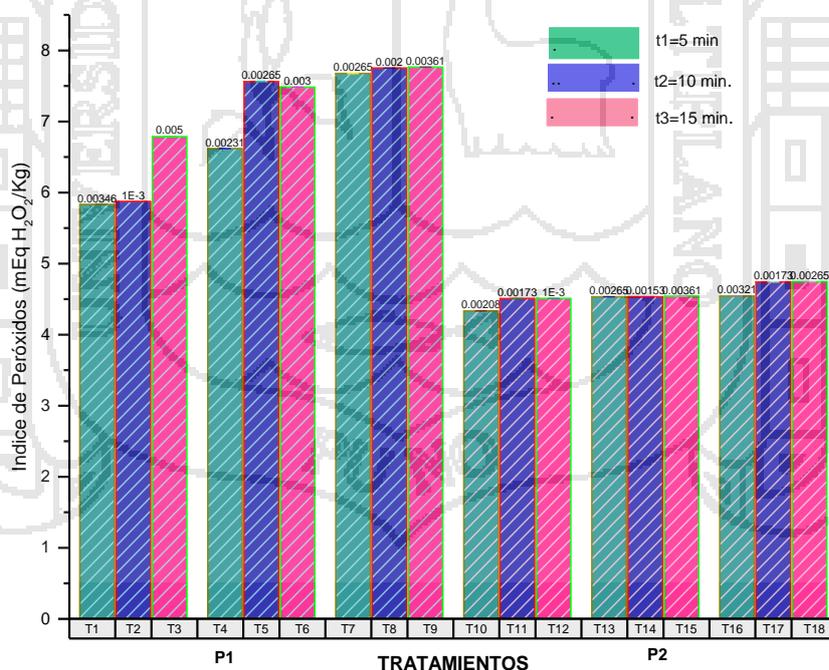


Figura 16. Efectos principales de los factores de estudio en la evaluando índice de peróxidos.

En la evaluación de la oxidación de lípidos durante el almacenamiento refrigerado en el salmón coho en el día 0 se obtuvo 3.7 meq de O₂/Kg de índice de peróxido y para el día 24 con índice de peróxido 7.2 meq de O₂/Kg (Aubourg & Vinagre, 2007). A su vez (Concha & Vivanco, 2006) obtuvieron 5.5 meq de O₂/Kg del valor del índice de peróxido del salmón coho fresco. En el presente trabajo se obtuvieron valores superiores a los citados anteriormente.

En la figura 16 se observa que existe una diferencia altamente significativa para el factor P (fosfato), así mismo existe una tendencia a incrementar el índice de peróxido a mayor nivel de concentración (C), afectando negativamente en el propiedades fisicoquímicas del filete de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*). El mejor resultado se ha obtenido para el factor P2 en el tratamiento (T10) 4.33 meq de O₂/Kg.

4.2.5. Evaluación fisicoquímica de traza residual

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Para los factores P (fosfatos), C (concentración) y T (tiempo) para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel aplicamos una prueba de comparación múltiple de Tukey.

El cuadro 20 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de fosfatos utilizados en el estudio, como mejoradores de las propiedades fisicoquímicas en el filete de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) presentando mejor evaluación de traza residual la concentración C1 al (3%) con una \bar{x} de calificación de 0.49, con respecto a las concentraciones C2 al (6%) y C3 al (9%), que no presentan significancia entre sí, con respecto a los P (fosfatos) y T (tiempo). Se mostro que no existe diferencia estadísticamente significativa en el estudio realizada la comparación múltiple de Tukey, prueba realizada al 95% de probabilidad.

Así mismo, se determino que existe interacción entre los factores P (fosfatos) x C (concentración). También para P (fosfatos) x T (tiempo), C

(concentración) x T (tiempo), para lo cual se aplicó una prueba de efectos simples, con el fin de determinar en forma precisa el nivel de interacción de ambos factores.

Se muestra el cuadro 21 para (P dentro de C1, P dentro de C2, P dentro de C3) se determinó interacción altamente significativa, entre los niveles de P1 y P2 bajo los niveles de C1, C2 y C3, es decir que existe una alta diferencia significativa entre las mezclas (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%) y (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%) con respecto al nivel de concentración 3%, 6% y 9%.

Para (C dentro de P1, C dentro de P2). Existe una diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración C1 (3%), C2 (6%) y C3 (9%), bajo el nivel de P1 (Tripolifosfato de sodio 50% + Hexametáfosfato de sodio 50%), P2 (Tripolifosfato de sodio 50% + Mezcla comercial 50%). Por lo que, tal diferencia altamente significativa entre los niveles de concentración, es de relación con P1 y P2. Lo cual implica que ambos interactúan y depende uno del otro.

Como se muestra en el cuadro 22, 23 también mostraron diferencia estadísticamente significativa las evaluaciones de efectos simples para las interacciones P (fosfatos) X T (tiempo) y C (concentración) X T (tiempo) y la interacción de triple P x C x T.. Mostrando dependencia el uno del otro en cada factor, finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 2.36% considerado estadísticamente como eficiente.

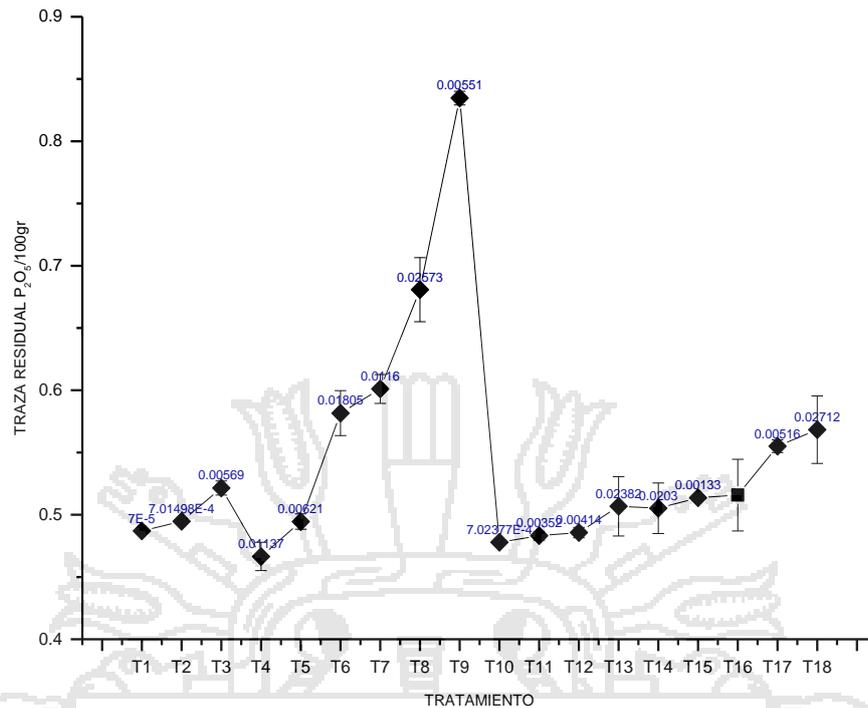


Figura 17. Efectos principales de los factores de estudio para la evaluando la traza residual de fosfatos.

De acuerdo con la norma mexicana NOM-213-SSA-1-2002, que permite la adición de 3100 mg/Kg. (0.31%) de fosfatos residuales, los tratamientos en donde se utilizo una concentración del 12% de cualquiera de las mezclas de fosfatos pudiera no cumplir con dicha norma porque estaría excediendo los límites permisibles. Sin embargo, en Estados Unidos la USDA permite un 0.5% de fosfatos residuales en el producto final (Goncalves & Duarte, 2008).

En el presente estudio los tratamientos T1, T2, T4, T5, T10, T13 y T16 tuvieron valores por debajo del 0.5 % de fosfatos residuales en el producto final.

4.3. Análisis microbiológico

Cuadro 24. Valores obtenidos del análisis microbiológico para Aerobios mesófilos viables y Echerichia Coli.

MICROORGANISMOS	CANTIDAD DE MICROORGANISMOS PRESENTES
aerobios mesófilos	2.5×10^4 ufc/g . 8.4×10^4 ufc/g
E,coli (NMP)	00 col, fec/g

El cuadro 24 nos muestra los índices microbiológicos para Aerobios Mesófilos viables y E,Coli ; en el filete de trucha aplicado con fosfatos a diferentes tiempos y concentraciones no encontrándose presencia significativa de estos microorganismos en las muestras, que atente contra la inocuidad del producto teniendo en cuenta los límites de microorganismos por gramo.

En aeróbios mesófilos, se estima La biota total pero sin especificar el tipo de microorganismo. Esta determinación refleja. La calidad sanitaria de los productos procesados, las condiciones higiénicas de la materia prima, La manipulación durante la elaboración. Tiene un valor limitado como indicador de la presencia de patógenos o sus toxinas. Permite conocer las condiciones de salubridad de algunos productos.

El conteo de Aerobios mesofilos aplicados para productos hidrobiológicos empanizados crudos congelados muestra. 5×10^5 ufc/g. como limite por debajo del cual, los resultados son considerados aceptables y 5×10^6 ufc/g. como límite por encima del cual, los resultados son considerados inaceptables.

Escherichia coli. Aplicados para productos hidrobiológicos empanizados crudos congelados muestra. 10 ufc/g. como límite por debajo del cual, los resultados son considerados aceptables y 10^2 ufc/g. como límite por encima del cual, los resultados son considerados inaceptables.

Cuadro 25. Valores de probabilidad ($Pr \geq F$) de tabla de ANOVA para P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo) y sus respectivas interacciones del análisis microbiológico de Aerobios Mesofilos.

FUENTE	F
Fosfatos	5.33 **
Concentración	23.6 *
Tiempo	3.44 **
Fosfatos x concentración	0.76 N.S
Fosfatos x Tiempo	0.15 N.S
Concentración x Tiempo	0.73 N.S
Fosfatos x concentración x Tiempo	0.09 N.S

F. 0.05 (1,36) = 4.11 ,F. 0.01 (1,36) = 7.39

F. 0.05 (2,36) = 3.26 ,F. 0.01 (2,36) = 6.20

F. 0.05 (4,36) = 2.63 ,F. 0.01 (4,36) = 3.89

En el cuadro 25 se presenta el nivel de significancia según análisis de varianza con los resultados obtenidos entre los factores P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo) y sus respectivas interacciones, para los 18 tratamientos en la evaluación microbiológica de Aerobios Mesofilos. Bajo la concentración de fosfatos como mejoradores de calidad en el filete de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) envasado al vacío.

Cuadro 26. Prueba de comparación múltiple de Tukey para ($P \leq 0.05$) para P (fosfatos), C (concentraciones), T (tiempo). Del análisis microbiológico de Aerobios mesofilos.

FUENTE	MEDIA	AEROBIOS MESOFILOS ufc/g
Fosfatos	P (1)	(4.22) ^a - 0.25 ^{N.S}
	P (2)	(5.29) ^a - 0.25 ^{N.S}
Concentración	C (1)	(6.80) ^a - 0.000002 ^{**}
	C (2)	(4.53) ^b - 0.000002 ^{**}
	C (3)	(2.93) ^c - 0.000002 ^{**}
Tiempo	T (1)	(5.48) ^a - 0.43 ^{N.S}
	T (2)	(4.78) ^a - 0.43 ^{N.S}
	T (3)	(4.00) ^a - 0.43 ^{N.S}

($P \leq 0.01$)^{**}, ($P \leq 0.05$)^{*}, ($P \geq 0.05$)^{N.S}

P (1) = (tripolifosfato de sodio 50%, hexametrafosfato de sodio 50%)

P (2) = (tripolifosfato de sodio 50%, mezcla comercial 50%)

C (1) = concentración 3%, C (2) = concentración 6%, C (3) = concentración 9%

T (1) = tiempo 5 minutos, T (2) = tiempo 10 minutos, T (3) = tiempo 15 minutos.

El cuadro 26 muestra los valores promedios efectuada la prueba de comparación múltiple de Tukey. ($P \leq 0,05$). Las medias mostradas en paréntesis que no comparten una letra (margen superior derecho) son significativamente diferentes. Para valores de P ($P \leq 0.01$)^{**}, ($P \leq 0.05$)^{*}, ($P \geq 0.05$)^{N.S} en la evaluación microbiológica de aerobios mesofilos.

En la evaluación se encontraron diferencias altamente significativas para los factores P (fosfatos), T (tiempo) también se encontró diferencia significativa para el factor C (concentración) para determinar y/o evaluar la eficiencia de cada nivel se aplico una prueba de comparación múltiple de Tukey, con respecto a las interacciones (P x C), (P x T), (P x T) y la interacción triple (P x C x T). No presentaron diferencia significativa, por lo que se asume que no existe interacción uno del otro, es decir, actúan en forma paralela y/o independiente uno del otro. Finalmente el coeficiente de variación encontrado fue de 5.95% considerado estadísticamente como eficiente.

Según el cuadro 26 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones tratadas con (Tripolifosfato de sodio 50%+ Hexametáfosfato de sodio 50%, Tripolifosfato de sodio 50% + mezcla comercial 50%), como mejoradores de las propiedades sensoriales en el filete de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*). Presentando mejor evaluación la concentración C3 al (9%). Con un \bar{x} de calificación 2.3 ufc/g esto con respecto a las concentraciones C2 (6%) y C1 (3%) también presentan diferencia significativa entre sí. Prueba realizada al 95% de probabilidad.

Los valores de los índices microbiológicos para el filete de trucha nos indican una inocuidad según La Autoridad sanitaria Oficial establece los requisitos microbiológicos (R.M. N° 591-2008/MINSA: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.), los parámetros que se indican en el (Cuadro 3), se utilizan para la certificación sanitaria de los productos hidrobiológicos de consumo humano.

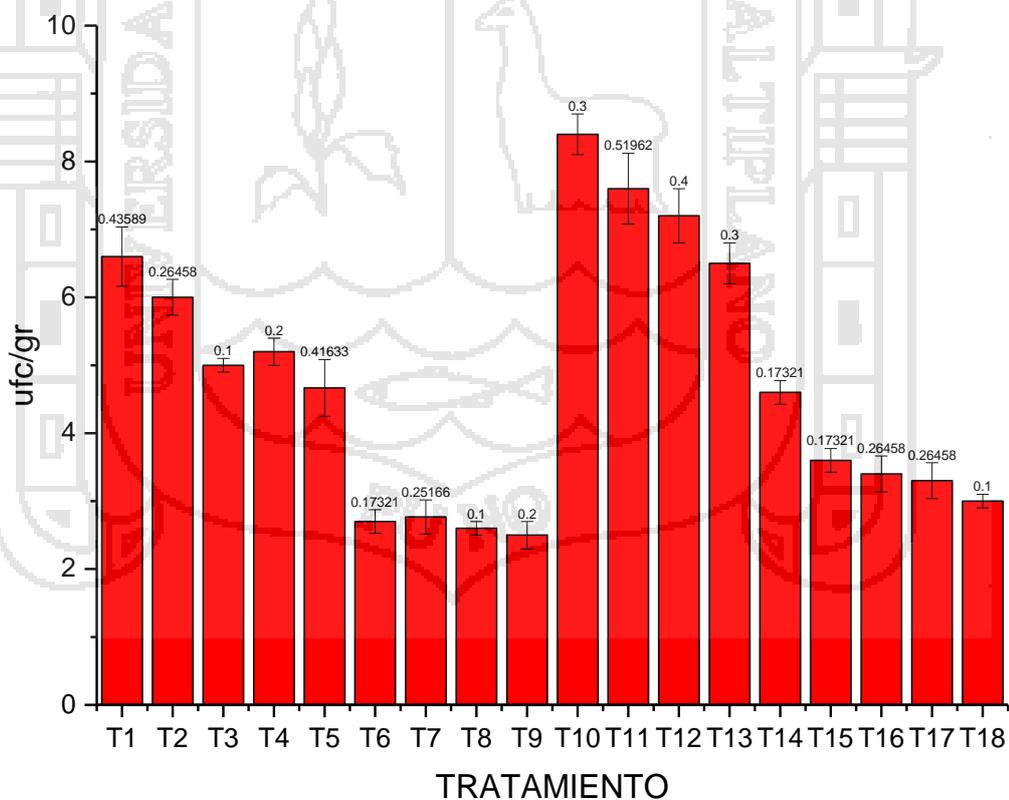
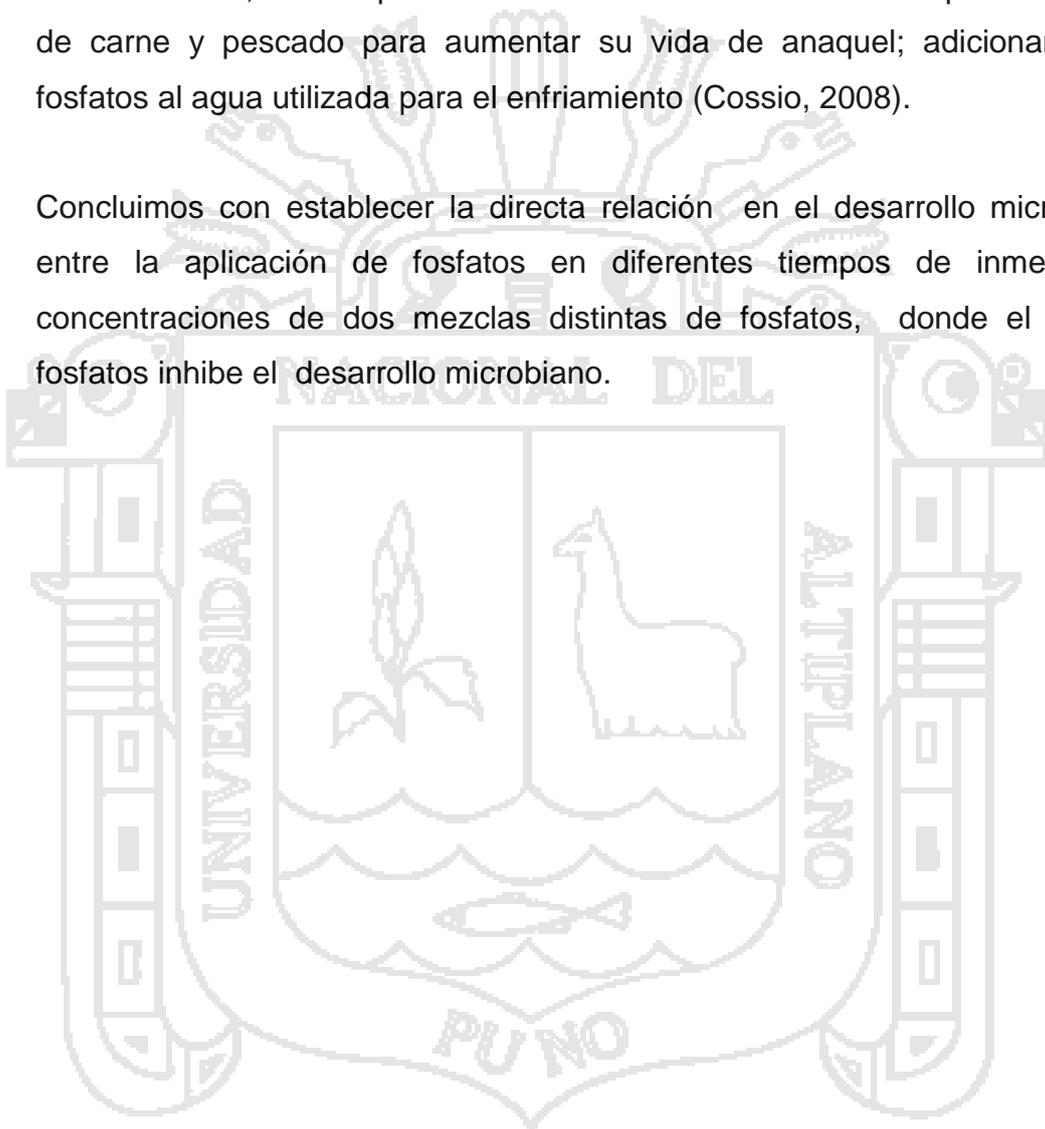


Figura 18. Efectos principales de los factores de estudio para la evaluación de la actividad microbiana (aerobios mesofilos).

Muestra valores promedio del desarrollo microbiano de aerobios mesofilos, acotando como límites inferior con menor presencia de microorganismos el T9 con 2.5×10^4 ufc/g y el límite superior el T10 con 8.4×10^4 ufc/g. Esto en los 18 tratamientos.

En estudios recientes se ha visto que los fosfatos tienen un efecto antimicrobiano, lo cual presenta una alternativa de uso en el procesamiento de carne y pescado para aumentar su vida de anaquel; adicionando los fosfatos al agua utilizada para el enfriamiento (Cossio, 2008).

Concluimos con establecer la directa relación en el desarrollo microbiano, entre la aplicación de fosfatos en diferentes tiempos de inmersión y concentraciones de dos mezclas distintas de fosfatos, donde el uso de fosfatos inhibe el desarrollo microbiano.



V. CONCLUSIONES

En la evaluación sensorial de las muestras afecto positivamente los tratamientos con mezcla de fosfatos sometidos a mayor concentración, mas no afecto significativamente el tiempo de inmersión ni el tipo de mezcla utilizada, con respecto a la evaluación sensorial de color afecto negativamente, así mismo en la evaluación sensorial total todos los tratamientos son mayores al rango mínimo establecido de puntuación de 76 para considerar en buen estado el producto en evaluación.

En la evaluación de las propiedades fisicoquímicas de las muestras afecto positivamente los tratamientos con mezcla de fosfatos sometidos a mayor concentración y menor tiempo, con respecto a la evaluación fisicoquímica de de traza residual todos los tratamientos están en el rango permitido de adición de fosfatos en alimentos según normatividad nacional e internacional índice de peróxidos afecto negativamente, del análisis microbiológico se concluye que el uso de mezclas de fosfatos en mayores concentraciones inhibe en forma eficiente el desarrollo microbiano.

Los filetes de trucha envasadas al vacío, presentan mejores valores en sus características al aplicar mayor concentración de fosfatos, las mismas que son influenciados por la mezcla de fosfatos, en tiempo de inmersión no influye en estas propiedades.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda el empleo de las dos mezclas de fosfatos para adicionarla al agua de enfriamiento en el filete de trucha a una concentración del 6% y 9%, ya que una concentración mayor implicaría un incremento en los costos de producción, se puede rebasar el límite permisible de fosfatos y no mejoraría notablemente las características sensoriales. Además el uso de fosfatos está autorizado en el procesamiento de peces, como antimicrobiano, lo cual puede reducir los riesgos del crecimiento de bacterias patógenas y causantes del deterioro de la carne.

Se recomienda realizar un estudio de costos para su implementación en plantas de proceso y su adecuación al sistema HACCP, de manera que contribuya a garantizar la inocuidad alimentaria.

En general con el uso de fosfatos podemos lograr muchos beneficios como son los de ofrecer alimentos más seguros, extender la vida de útil del producto, mejorar las propiedades funcionales del musculo de trucha y sobre todo que no tenemos efectos adversos en las características sensoriales, si no al contrario se puede aumentar la aceptación por parte del consumidor.

VII. BIBLIOGRAFIA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACION

- Brack, A. (2007). El Perú Puede Ser Una Potencia en Acuicultura. *Pesca y Acuicultura Mirando mas Allá del Mar*, 3-4.
- Carballo, B., Lopez, G., & Madrid, A. (2001). *Tecnología de la Carne y de los Productos Carnicos* (Primera ed.). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Castillo, J. A. (2007). *Evaluación de la estabilidad oxidativa de grasas interesterificadas enzimáticamente*. Buaramanga: Universidad Industrial de Santander .
- Cavieres, C. L. (2010). *Determinación de la pérdida de calidad funcional, química, sensorial y microbiológica del belly de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) durante su conservación en refrigeración*. Santiago: Universidad de Chile.
- Cossio, J. A. (2008). *Evaluación Sensorial de Canales de Pollos Enfriadas por Inmersión Utilizando Fosfatos como Mejoradores de Calidad* . Chihuahua, Mexico: Universidad Autonoma de Chihuahua .
- Cheftel, J. C., & Cheftel, H. (1999). *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Departamento de Productos Pesqueros . (2014). *Informe Anual 2013: Desarrollo del Comercio Exterior Pesquero*. Lima - Perú: PROMPERÚ.
- García, J. A., Nuñez, F. A., Chacón, O., Alfaro, R. H., & Espinosa, M. R. (2003). Estudio microbiológico de tejido superficial de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y del agua circundante. *Hidrobiológica* , 13 (2), 111-118.
- García, J. A., Núñez, J. A., Chacón, O., Alfaro, R. H., & Espinosa, M. R. (2004). Calidad de canal y carne de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson, producida en el noroeste del del Estado de Chihuahua. *Hidrobiológica* , 14 (1), 19-26.
- Goncalves , A. A., Rech, B. T., Rodriguez, P. D., & Teixeira, D. M. (2008). Quality evaluation of frozen seafood (*Genypterus brasiliensis*, *Prionotus punctatus*, *Pleoticus muelleri* and *Perna perna*) previously treated with phosphates. *Pan American Journal of Aquatic Sciences PANAMJAS*, 248-258.

- Goncalves, A. A., & Duarte, J. L. (2008). Do phosphates improve the seafood quality? Reality and legislation. *Pan American Journal of aquatic Sciences PANAMJAS*, 237-247.
- Huaman, C. E. (2012). *Mejora de la Cadena Productiva de la Trucha Arco Iris en la Región Apurímac*. Apurímac, Perú: Dirección Regional de la Producción Apurímac.
- Huss, H. (1988). El pescado fresco: Su calidad y cambios de calidad. *Colección FAO, Pesca N°29*(Cap. 4).
- Jonsson, A., Singustgisladdottir, S., Hafsteinsson, H., & Kritisbergsson, K. (2000). Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. *Aquaculture Nutrition*, 2, 1-9.
- Landeros, J. O., & Lopez, X. A. (2005). *Estudio de la Estabilidad del Color, Propiedades Químicas y Físicas del Músculo del Salmón Coho (Oncorhynchus Kisutch) Almacenado Congelado a -20 °C Durante un Año*. Departamento de la Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Leon, A. (2007). *Estabilización del músculo de trucha (Oncorhynchus mykiss) con cloruro de sodio y tripolifosfato de sodio para la elaboración de hamburguesas*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Marujo, R. C. (1988). *El uso de phosphates em pescados In: Seminario sobre Controle de Qualidade na Industria de Pescado*. Sao Paulo: Edicoes Loyola ITAL.
- Madrid, A., Vicente, J., & Madrid, R. (1999). *El Pescado y sus Productos Derivados* (Segunda ed.). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Mendoza, D. H. (2011). *Estudio Sobre la Acuicultura de la Trucha a Nivel Mundial, en Desarrollo de la Importación de las Ovas, la Tendencia de la Producción Nacional y su Comercialización*. Lima - Perú: Dirección General de Acuicultura - Ministerio de la Producción.
- Mendoza, D. (2010). *Elaboración del Estudio de Mercado de la Trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno*. Lima: Dirección General de la Acuicultura - Ministerio de la Producción y Maximine Consult S.A.
- Ministerio de Salud. (29 de Agosto de 2008). Resolución Ministerial 591-2008/ MINSA - Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de

- calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo Humano. *El Peruano* .
- Ordoñez, P. J., Cambero, R. M., Fernandez, A. L., Garcia, S. M., Garcia, F. M., Hoz, P. L., y otros. (1998). *Tecnología de los Alimentos: Alimentos de Origen Animal* (Vol. II). Madrid, España: Sintesis S.A.
- Owen, J. E., Nuñez, F. A., Arias, M. T., & Cano, O. (1982). *Manual de Prácticas para Cursos de Tecnología de la Carne*. Chihuahua, Mexico: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Piscifactoria de los Andes S.A. (2008). *Manual HACCP para el procesamiento de la Trucha*. Puno, Perú: Piscifactoria de los Andes S.A.
- Pullela, S., Fernandez, F., Flick, G., Libey, G., Smith, S., & Coale, C. (1998). Indicative and pathogenic microbiological quality of aquaculture finfish grown in different production systems. *Journal of Food Protection* , 61 (2), 205-210.
- Rojas, R. (2008). *Manual Para la Producción de Truchas en Jaulas Flotantes*. Huancavelica, Perú: Inversiones Santa Ines SAC.
- Rondón, E., Pacheco, E., & Ortega, F. (2004). Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10. *Revista de la Facultad de Agronomía, Caracas* , 21 (1).
- Schenee, R. (2004). *Budenheim Phosphates for Seafood Processing*. Chemische Fabrik Budenheim.
- Sigurgisladdottir, S., Hafsteinsson , H., Jonsson, A., Lie, O., Nortvedt, R., Thomassen, M., & Torrissen, O. (1999). Textural Properties of Raw Salmon Fillets as Related to Sampling Method. (I. o. Technologists, Ed.) *Journal of Food Science: Engineering/Processing*, 64(1), 99-104.
- Sigurgisladdottir, S., Torrissen , O., Lie, O., Thomassen , M., & Hafsteinsson , H. (1997). Salmon quality: Methods to determine the quality parameters. *Rev. Fish Science*, 5, 1-30.
- Teicher , H. (1999). Aplicação de fosfatos em carnes, aves e produtos marinhos. *Revista Aditivos & Ingredientes*, 5(nov/dec), 37-40.
- Torrissen, O., Hardy, R., & Shearer, K. (1989). "Pigmentation of salmonids carotenoid deposition and metabolism. *Aquaculture Science*, 1(2), 209-225.

Vieira, C., Martinez, B., Diaz, M. T., & Garcia, M. D. (2004). *Efecto de la maduración y del periodo de conservación sobre la evolución de las características de la carne de vacuno*. Castilla, España: Instituto Tecnológico de agrario de Castilla y León.

Yapuchura, A. (2002). *Producción y Comercialización de Truchas en el Departamento de Puno y Nuevo Paradigma de Producción*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



VIII. ANEXOS

ANEXO 01: CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

TEST DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

Nombre:

Fecha;.....

Evalué los atributos del filete de trucha arcoíris marque en forma perpendicular a la escala donde mejor represente la intensidad de cada descriptor.

1. APARIENCIA. evalúe el producto crudo

Brillo del producto.



Humedad del producto.



Goteo o exudación. Presencia de líquido en el plato.



2. OLOR: evalúe el producto crudo

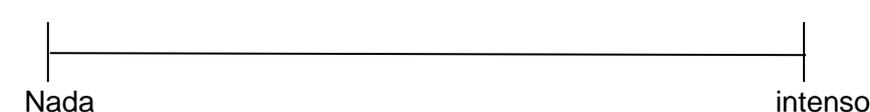
Olor típico; olor a pescado fresco marino.



Olor rancio; olor producido por la oxidación de lípidos.

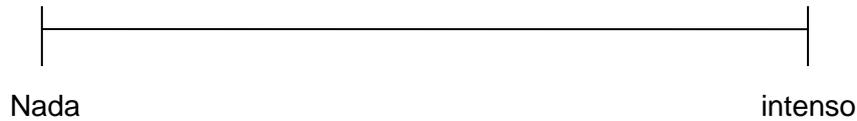


Olor pútrido; olor producido por la descomposición del pescado.

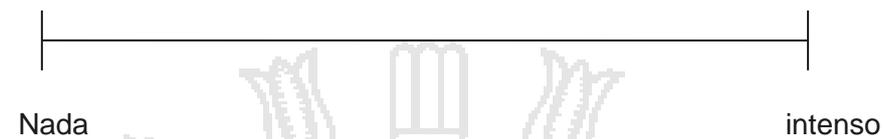


3. OLOR: Evalúe el producto cocido

Olor típico: olor producido por la oxidación de lípidos.



Olor rancio; olor producido por la oxidación de lípidos.



Olor pútrido; olor producido por la descomposición del pescado.



Olores extraños: olores generados por la presencia de algún agente externo en el filete de trucha marque con una "x" y a continuación evalúe la intensidad.

Ninguno: químicos:

Desinfectante: Otros:

Intensidad del olor detectado:



4. COLOR: evalúe el color del producto en crudo

Escala colorimétrica de roche.

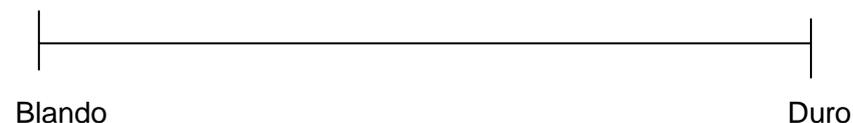
Muestra cruda	valor

Color típico.

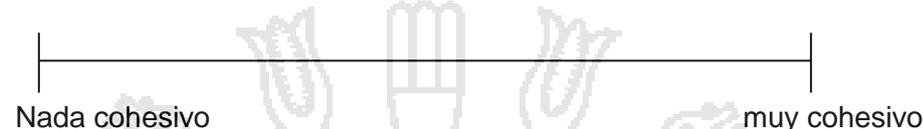


5. TEXTURA: ejercer con el dedo índice una fuerza vertical a la muestra

Fuerza compresión o dureza en producto crudo: dificultad para presionar con el dedo el producto.



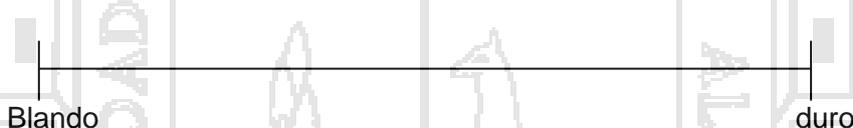
Cohesividad en el producto crudo: deformación al presionar con el dedo el producto.



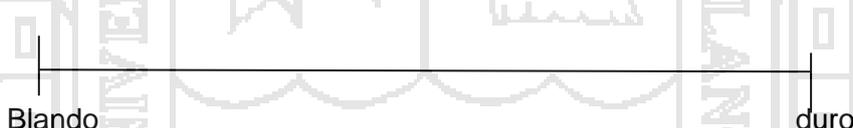
Elasticidad en producto crudo: capacidad del musculo de volver a su estado original luego de retirar el dedo.



Fuerza o firmeza en el producto crudo: dificultad para cortar con el cuchillo el producto.



Fuerza de cizalla o firmeza en producto cocido: dificultad para cortar con el cuchillo el producto.



6. CALIDAD ORGANOLEPTICA EN PRODUCTO CRUDO

Califique el grado de calidad de cada artículo del producto crudo utilice una escala para cada artículo con el puntaje máximo indicado en la tabla.

Articulo	Muestra cruda
Apariencia (20)	
Olor (20)	
Color (30)	
Textura (30)	
Calidad total	

OBSERVACIONES

.....

ANEXO 02: RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACION SENSORIAL (APARIENCIA; COLOR; TEXTURA; Y OLOR DEL FILETE DE TRUCHA SEGÚN NORMA CAC/GL 31-1999)

Las muestras fueron tomadas en un tiempo de 24 horas refrigerado (0° a 2° C). La evaluación de calidad según norma GAC/gl 31-1999 rango de calidad (1-100).se considera 76 como rango mínimo de calidad para consumo humano.

2.1. Tabla de agrupación de datos de la evaluación sensorial de total

VARIABLES DE ESTUDIO				EV.SENSORIAL TOTAL RANGO (1-100)		
MUESTRA	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	82.2	83.9	82.6
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	83.0	83.9	85.9
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	83.6	84.7	85.8
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	83.6	84.5	85.2
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	85.0	86.1	86.1
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	84.5	84.9	86.5
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	85.6	84.3	86.9
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	85.9	85.5	87.2
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	84.7	88.3	86.5
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	83.2	84.4	82.9
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	82.6	85.4	80.6
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	82.1	84.9	82.4
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	81.3	81.7	84.1
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	83.8	84.3	83.7
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	84.1	84.4	86.0
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	85.8	86.0	85.9
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	84.3	86.0	87.2
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	84.8	86.3	88.7

2.1.1. Análisis de varianza para calidad sensorial total, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	7.4070	7.4070	7.4070	4.39	0.043
Concentración	2	60.1880	60.1880	30.9400	17.85	0.000011
Tiempo	2	10.4340	10.4340	5.2170	3.10	0.057
Fosfatos x concentración	2	4.7830	4.7830	2.3910	1.42	0.255
Fosfatos x tiempo	2	1.5030	1.5030	0.7510	0.45	0.644
Concentración x tiempo	4	2.8710	2.8710	0.7180	0.43	0.789
Fosfatos x concentración x tiempo	4	5.4140	5.4140	1.3540	0.80	0.531
Error	36	60.6800	60.6800	1.6860		
Total	53	153.2800				

S = 1.29829 R-cuad. = 60.41% R-cuad.(ajustado) = 41.72%
 (P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

2.1.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01)**,(P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	19.9480	9.9740	14.06	0.00000001**
Error	15	10.6420	0.7090		
Total	17	30.5890			

S = 0.8423 R-cuad. = 65.21% R-cuad.(ajustado) = 60.57%
 (P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C1	6	86.100	a
C3	6	84.417	b
C2	6	83.567	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

2.2. Tabla de agrupación de datos de la evaluación sensorial de apariencia

VARIABLES DE ESTUDIO				EV. SENSORIAL DE APARIENCIA RANGO (1-20)		
MUESTRA	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO (minutos)	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	17.0	17.5	16.5
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	18.1	18.4	18.7
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	18.4	18.3	18.8
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	17.1	17.2	16.7
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	17.6	17.9	17.9
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	17.6	18.0	18.4
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	18.2	18.4	18.9
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	18.5	19.0	19.5
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	18.9	18.8	19.0
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	16.0	15.5	16.5
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	16.0	17.0	15.0
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	16.5	16.7	17.2
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	16.0	16.5	17.0
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	17.5	17.0	16.5
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	17.9	18.0	18.1
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	18.9	19.0	19.1
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	18.4	18.1	17.5
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	18.9	19.1	19.0

2.2.1. Análisis de varianza para evaluación sensorial de apariencia, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC		F	P
			Ajust.	MC Ajust		
Fosfatos	1	7.7067	7.7067	7.7067	43.62	0.00001
Concentración	2	27.0433	27.0433	13.5217	76.54	0.00002
Tiempo	2	6.8133	6.8133	3.4067	19.28	0.000034
Fosfatos x concentración	2	6.2233	6.2233	3.1117	17.61	0.000001
Fosfatos x tiempo	2	2.8933	2.8933	1.4467	8.19	0.001
Concentración x tiempo	4	2.5167	2.5167	0.6292	3.56	0.015
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.8767	0.8767	0.2192	1.24	0.311
Error	36	6.3600	6.3600	0.1767		
Total	53	60.4333				

S = 0.420317 R-cuad. = 89.48% R-cuad.(ajustado) = 84.51%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

2.2.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	9.014	4.507	7.5	0.01**
Error	15	9.01	0.601		
Total	17	18.024			

S = 0.7750 R-cuad. = 50.01% R-cuad.(ajustado) = 43.35%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C3	6	18.733	a
C2	6	17.383	b
C1	6	17.117	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

2.2.3. Prueba de efectos simples para las interacciones con nivel de significancia. ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$)*

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x C. En la evaluación Sensorial de APARIENCIA

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de C1	1	39.0150	39.0150	220.84	**
P dentro de C2	1	2.5350	2.5350	14.35	**
P dentro de C3	1	0.2400	0.2400	1.36	N,S
C dentro de P1	2	20.4200	10.2100	57.79	**
C dentro de P2	2	79.3800	39.6900	224.66	**
Error	36	6.3600	0.1767		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x T. En la evaluación Sensorial de APARIENCIA

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de T1	1	1.5000	1.5000	8.49	**
P dentro de T2	1	26.4600	26.4600	149.77	**
P dentro de T3	1	3.8400	3.8400	21.74	**
T dentro de P1	2	15.7400	7.8700	44.55	**
T dentro de P2	2	13.3800	6.6900	37.87	**
Error	36	6.3600	0.1767		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C x T. En la evaluación Sensorial de APARIENCIA

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
C dentro de T1	2	36.5000	18.2500	103.30	**
C dentro de T2	2	11.7900	5.8950	33.37	**
C dentro de T3	2	10.8600	5.4300	30.74	**
T dentro de C1	2	8.0600	4.0300	22.81	**
T dentro de C2	2	9.3800	4.6900	26.55	**
T dentro de C3	2	1.2200	0.6100	3.45	N,S
Error	36	6.3600	0.1767		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

2.3. Tabla de agrupación de datos de la evaluación sensorial de color

VARIABLES DE ESTUDIO				EV. SENSORIAL DE APARIENCIA RANGO (1-30)		
MUESTRA	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO (minutos)	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	26.1	27.6	26.7
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	24.5	24.5	26.0
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	24.0	25.0	26.0
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	24.5	25.0	25.5
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	25.2	25.3	24.5
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	23.0	23.5	24.3
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	23.4	22.0	23.6
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	23.0	22.0	24.0
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	20.0	24.0	22.0
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	27.5	27.0	26.5
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	26.5	26.0	26.2
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	25.5	26.0	25.8
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	24.5	24.2	25.5
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	23.9	24.0	24.5
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	23.3	23.5	23.8
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	23.0	22.5	23.5
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	22.0	23.0	24.0
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	22.0	22.0	23.5

2.3.1. Análisis de varianza para evaluación sensorial de color, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	0.3750	0.3750	0.3750	0.56	0.457
Concentración	2	93.1300	93.1300	46.5650	70,10	0,00002
Tiempo	2	12.7744	12.7744	6.3872	9.62	0.000009
Fosfatos x concentración	2	2.8900	2.8900	1.4450	2.18	0.128
Fosfatos x tiempo	2	0.4144	0.4144	0.2072	0.31	0.734
Concentración x tiempo	4	3.0389	3.0389	0.7597	1.14	0.352
Fosfatos x concentración x tiempo	4	1.1589	1.1589	0.2897	0.44	0.782
Error	36	23.9133	23.9133	0.6643		
Total	53	137.6950				

S = 0.815021 R-cuad. = 82.63% R-cuad.(ajustado) = 74.43%
(P<0.01)**,(P<0.05)*,(P>0.05)N.S.

2.3.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	32.9020	16.4510	33.42	0.000007**
Error	15	7.3840	0.4920		
Total	17	40.2860			

S = 0.7016 R-cuad. = 81.67% R-cuad.(ajustado) = 79.23%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C1	6	25.978	a
C2	6	24.332	b
C3	6	22.667	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

2.4. Tabla de agrupación de datos de la evaluación sensorial de olor

MUESTRA	VARIABLES DE ESTUDIO			ANALISIS SENSORIAL DE OLOR RANGO (0-20)		
	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO (minutos)	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	15.9	15.8	16.3
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	16.4	16.5	16.6
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	16.7	16.4	16.1
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	17.2	16.8	17.0
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	17.2	16.9	16.9
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	17.0	16.9	16.8
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	17.0	17.1	16.9
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	17.4	17.1	17.1
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	17.3	17.0	17.0
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	16.2	16.9	16.4
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	16.3	16.9	16.6
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	16.2	16.6	16.4
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	15.9	16.2	16.2
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	16.4	16.6	16.5
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	16.4	16.2	16.4
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	16.9	17.0	16.8
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	16.9	17.1	17.0
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	16.8	16.9	17.3

2.4.1. Análisis de varianza para la evaluación sensorial de olor, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	0.52019	0.52019	0.52019	12.94	0.001
Concentración	2	3.68259	3.68259	1.84130	45.82	0.00002
Tiempo	2	0.42259	0.42259	0.21130	5.26	0.010
Fosfatos x concentración	2	1.67370	1.67370	0.83685	20.82	0.000004
Fosfatos x tiempo	2	0.00704	0.00704	0.00352	0.09	0.916
Concentración x tiempo	4	0.04185	0.04185	0.01046	0.26	0.901
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.35074	0.35074	0.08769	2.18	0.091
Error	36	1.4467	1.4467	0.0402		
Total	53	8.14537				

S = 0.200462 R-cuad. = 82.24% R-cuad.(ajustado) = 73.85%

(P<0.01)**,(P<0.05)*,(P>0.05)N.S.

2.4.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	1.2311	0.6156	8.99	0.003**
Error	15	1.0267	0.0684		
Total	17	2.2578			

S = 0.2616 R-cuad. = 54.53% R-cuad.(ajustado) = 48.46%

(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C3	6	17.033	a
C2	6	16.633	b
C1	6	16.400	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

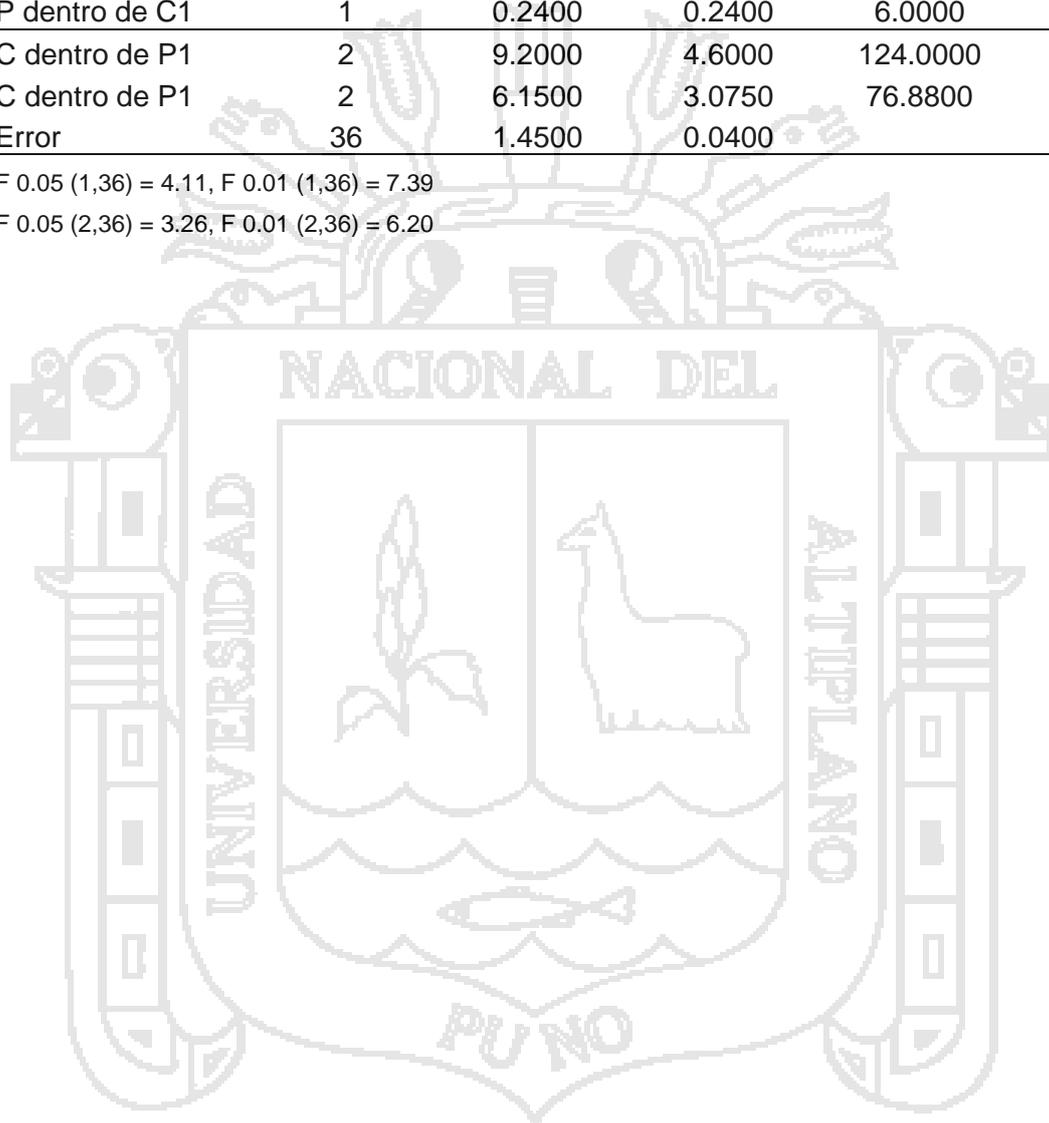
2.4.3. Prueba de efectos simples para las interacciones con nivel de significancia. ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$)*

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x C. En la evaluación sensorial de olor.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de C1	1	0.5400	0.5400	13.5000	**
P dentro de C1	1	5.8800	5.8800	145.0000	**
P dentro de C1	1	0.2400	0.2400	6.0000	*
C dentro de P1	2	9.2000	4.6000	124.0000	**
C dentro de P1	2	6.1500	3.0750	76.8800	**
Error	36	1.4500	0.0400		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (2,36) = 3.26, F 0.01 (2,36) = 6.20



2.5. Tabla de agrupación de datos de la evaluación sensorial de textura

VARIABLES DE ESTUDIO				EVALUACION SENSORIAL DE TEXTURA. RANGO (1-30)		
MUESTRA	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO (minutos)	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	23.2	23.0	23.1
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	24.0	24.5	24.6
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	24.5	25.0	24.9
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	24.8	25.5	26.0
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	25.0	26.0	26.8
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	26.9	26.5	27.0
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	27.0	26.8	27.5
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	27.0	27.4	26.6
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	28.5	28.5	28.5
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	23.5	25.0	23.5
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	23.8	25.5	22.8
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	23.9	25.6	23.0
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	24.9	24.8	25.4
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	26.0	26.7	26.2
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	26.5	26.7	27.7
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	27.0	27.5	26.5
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	27.0	27.8	28.7
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	27.1	28.3	28.9

2.5.1. Análisis de varianza para la evaluación sensorial de textura, utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	0.0267	0.0267	0.0267	0.06	0.814
Concentración	2	111.6681	111.6681	55.8341	117.73	0.0000003
Tiempo	2	14.6948	14.6948	7.3474	15.49	0.000001
Fosfatos x concentración	2	0.0400	0.0400	0.0200	0.04	0.959
Fosfatos x tiempo	2	0.8044	0.8044	0.4022	0.85	0.437
Concentración x tiempo	4	1.1885	1.1885	0.2971	0.63	0.647
Fosfatos x concentración x tiempo	4	2.8922	2.8922	0.7231	1.52	0.216
Error	36	17.0733	17.0733	0.4743		
Total	53	148.3881				

S = 0.688665 R-cuad. = 88.49% R-cuad.(ajustado) = 83.06%
 n.s.: no significativo ($p \geq 0,05$). s.: significativo ($p \leq 0,05$).

2.5.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$) *

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	53.8130	26.9070	31.07	0.0000011**
Error	15	12.9920	0.8660		
Total	17	66.8050			

S = 0.9307 R-cuad. = 80.55% R-cuad.(ajustado) = 77.96%
 ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$) *, ($P \geq 0.05$) N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey ($Pr \leq 0.05$) *

Concentración	N	Media	Agrupación
C3	6	27.783	a
C2	6	26.517	a
C1	6	23.650	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 03: RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EVALUACION DE CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

3.1. Tabla de agrupación de datos de la evaluación de capacidad de retención de agua (CRA)

VARIABLES DE ESTUDIO				EV. CAPACIDAD DE TENENCIÓN DE AGUA EN %/g		
MUESTRA	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO (minutos)	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	93.391	93.649	93.792
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	93.158	94.339	92.915
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	94.030	93.583	94.016
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	94.319	94.363	94.473
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	93.930	93.941	94.217
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	93.979	94.780	94.797
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	94.805	94.291	94.710
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	93.830	94.415	95.657
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	95.197	95.386	95.415
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	93.804	93.398	93.936
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	93.737	93.794	93.787
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	93.922	93.282	94.102
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	94.206	93.797	93.425
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	93.833	94.374	93.678
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	94.607	93.851	93.431
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	94.007	94.279	94.021
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	94.210	94.321	93.814
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	94.679	94.749	94.945

3.1.2. Análisis de varianza para capacidad de retención de agua (CRA), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	1.0111	1.0111	1.0111	6.24	0.01700
Concentración	2	7.2139	7.2139	3.6070	22.26	0.000001
Tiempo	2	1.5517	1.5517	0.7759	4.79	0.01400
Fosfatos x concentración	2	0.9690	0.9690	0.4854	2.99	0.063
Fosfatos x tiempo	2	0.2292	0.2292	0.1146	0.71	0.50001
Concentración x tiempo	4	0.7193	0.7193	0.1798	1.11	0.3670
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.1464	0.1464	0.0366	0.23	0.9220
Error	36	5.8335	5.8335	0.1620		
Total	53	17.6740				

S = 0.402544 R-cuad. = 66.99% R-cuad.(ajustado) = 51.41%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

3.1.3. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	2.4000	1.2000	11.68	0.001**
Error	15	1.5410	0.1030		
Total	17	3.9410			

S = 0.3206 R-cuad. = 60.89% R-cuad.(ajustado) = 55.67%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C3	6	94.595	a
C2	6	94.112	b
C1	6	93.702	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 04: RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EVALUACIÓN DE pH

4.1. Tabla de agrupación de datos de la evaluación de pH

MUESTRA	VARIABLES DE ESTUDIO			ANALISIS DE PH		
	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO (minutos)	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	6.28	6.27	6.28
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	6.28	6.29	6.31
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	6.30	6.27	6.30
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	6.29	6.28	6.30
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	6.32	6.35	6.35
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	6.40	6.36	6.37
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	6.40	6.39	6.42
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	6.45	6.46	6.47
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	6.45	6.49	6.45
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	6.20	6.25	6.24
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	6.28	6.29	6.29
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	6.29	6.29	6.29
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	6.35	6.37	6.38
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	6.40	6.41	6.40
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	6.41	6.45	6.42
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	6.41	6.47	6.60
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	6.48	6.49	6.70
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	6.57	6.59	6.59

4.1.1. Análisis de varianza para pH, utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	0.0328	0.0328	0.0328	20.54	0.000003
Concentración	2	0.4222	0.4222	0.2111	132.40	0.00001
Tiempo	2	0.0372	0.0372	0.0186	11.68	0.00003
Fosfatos x concentración	2	0.0337	0.0337	0.0169	10.58	0.0022
Fosfatos x tiempo	2	0.0006	0.0006	0.0003	0.20	0.82
Concentración x tiempo	4	0.0034	0.0034	0.0008	0.53	0.72
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.0025	0.0025	0.0008	0.40	0.81
Error	36	0.0574	0.0574	0.0016		
Total	53	0.5899				

S = 0.0399305 R-cuad. = 90.27% R-cuad.(ajustado) = 85.67%
(P<0.01)**,(P<0.05)*,(P>0.05)N.S

4.1.2. Análisis de comparación múltiple de TUKEY para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	0.1502	0.0751	28.7000	0.000001**
Error	15	0.0393	0.0026		
Total	17	0.1894			

S = 12.05 R-cuad. = 0.02% R-cuad.(ajustado) = 0.00%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C3	6	6.492	a
C2	6	6.368	b
C1	6	6.268	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.3. Prueba de efectos simples para las interacciones con nivel de significancia. ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$)*

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción PxC. En la evaluación de pH

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de C1	1	0.0043	0.0043	2.70	N.S
P dentro de C1	1	0.0542	0.0542	33.96	**
P dentro de C1	1	0.1411	0.1411	88.47	**
C dentro de P1	2	0.3400	0.1700	106.62	**
C dentro de P1	2	1.0300	0.5150	323.00	**
Error	36	0.0574	0.0016		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (2,36) = 3.26, F 0.01 (2,36) = 6.20



ANEXO 05: RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EVALUACIÓN DE TEXTURA

5.1. Tabla de agrupación de datos de la evaluación de textura

MUESTRA	VARIABLES DE ESTUDIO			ANALISIS DE TEXTURA FUERZA(N)		
	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO minutos	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	6.0	6.4	0.65
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	5.9	6.0	5.8
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	5.6	5.9	5.8
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	5.0	5.4	5.3
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	4.0	3.9	4.0
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	3.5	3.6	3.8
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	6.3	6.0	6.2
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	5.9	5.9	6.1
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	5.2	5.5	5.6
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	6.4	6.3	6.1
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	5.0	5.3	5.1
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	4.5	4.8	4.4
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	7.3	7.4	7.0
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	6.0	6.4	5.0
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	5.0	4.5	4.2
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	5.0	5.1	4.8
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	4.6	4.8	4.6
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	4.3	4.0	4.2

5.1.1. Análisis de varianza para Textura, utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	0.0017	0.0017	0.0017	2.65	0.112
Concentración	2	0.0328	0.0328	0.0164	26.16	0.000000032
Tiempo	2	0.1630	0.1630	0.0815	129.86	0.00000002
Fosfatos x concentración	2	0.2029	0.2029	0.1014	161.58	0.00000001
Fosfatos x tiempo	2	0.0133	0.0133	0.0067	10.59	0.000012
Concentración x tiempo	4	0.0342	0.0342	0.0085	13.61	0.00000004
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.0071	0.0071	0.0018	2.82	0.039
Error	36	0.0226	0.0226	0.0006		
Total	53	0.4776				

S = 0.0250555 R-cuad. = 95.27% R-cuad.(ajustado) = 93.03%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

5.1.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: T1, T2, T3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	0.0539	0.0269	4.19	0.04**
Error	15	0.0965	0.0064		
Total	17	0.1504			

S = 0.08020 R-cuad. = 35.83% R-cuad.(ajustado) = 27.28%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Tiempo	N	Media	Agrupación
T1	6	0.603	a
T2	6	0.525	ab
T3	6	0.470	a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

5.1.3. Prueba de efectos simples para las interacciones con nivel de significancia. ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$)*

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x C. En la evaluación de TEXTURA.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de C1	1	0.0600	0.0600	93.91	**
P dentro de C2	1	0.3400	0.3400	532.17	**
P dentro de C3	1	0.2100	0.2100	328.70	**
C dentro de P1	2	0.4900	0.2450	383.48	**
C dentro de P2	2	0.2200	0.1100	172.17	**
Error	36	0.0230	0.0006		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x T. En la evaluación de textura.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de T1	1	0.0090	0.0090	14.09	**
P dentro de T2	1	0.0008	0.0008	1.25	N.S
P dentro de T3	1	0.0350	0.0350	54.78	**
T dentro de P1	2	0.1270	0.0635	99.39	**
T dentro de P2	2	0.4020	0.2010	314.61	**
Error	36	0.0230	0.0006		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C x T. En la evaluación de textura.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
C dentro de T1	2	0.0380	0.0190	29.74	**
C dentro de T2	2	0.0250	0.0125	19.57	**
C dentro de T3	2	0.0700	0.0350	54.78	**
T dentro de C1	2	0.0780	0.0390	61.04	**
T dentro de C2	2	0.2700	0.1350	211.30	**
T dentro de C3	2	0.0360	0.0180	28.17	**
Error	36	0.0230	0.0006		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39
F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

ANEXO 06: RESULTADOS OBTENIDOS PARA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO

$$IP = ((ts) - (ts \text{ Blanco}) * Nts) / P * 100$$

- IP* = Índice de peróxido
Vg(ts) = volumen gastado de tiosulfato de sodio.
Vg(ts blanco) = volumen gastado de tiosulfato de sodio en el blanco
Nts = Normalidad de tiosulfato de sodio.
P = peso de la muestra expresada en gramos.

6.1. Tabla de cálculo para la obtención del índice de peróxidos

MUESTRA	PESO DE MUESTRA (g)	VOL. GASTO (ml)	VOL. GASTO DE BLANCO (ml)	Nts	INDICE DE PEROXIDO	PESO DE MUESTRA (g)	VOL. GASTO (ml)	VOL. GASTO DE BLANCO (ml)	Nts	INDICE DE PEROXIDO meq de O ₂ /Kg de muestra
T1	9.0025	53.5	1	0.1	58.317	9.0025	53.5	1	0.1	5.832
T2	9.0059	53.9	1	0.1	58.739	9.0059	53.9	1	0.1	5.874
T3	9.0027	62.1	1	0.1	67.869	9.0027	62.1	1	0.1	6.787
T4	9.0057	60.6	1	0.1	66.180	9.0057	60.6	1	0.1	6.618
T5	9.0055	69.1	1	0.1	75.620	9.0055	69.1	1	0.1	7.562
T6	9.0069	68.4	1	0.1	74.832	9.0069	68.4	1	0.1	7.483
T7	9.0031	70.1	1	0.1	76.751	9.0031	70.1	1	0.1	7.675
T8	9.0061	70.8	1	0.1	77.503	9.0061	70.8	1	0.1	7.750
T9	9.0019	70.9	1	0.1	77.650	9.0019	70.9	1	0.1	7.765
T10	9.0017	40	1	0.1	43.325	9.0017	40	1	0.1	4.333
T11	9.0045	41.59	1	0.1	45.077	9.0045	41.59	1	0.1	4.508
T12	9.0023	41.6	1	0.1	45.100	9.0023	41.6	1	0.1	4.510
T13	9.0018	41.81	1	0.1	45.335	9.0018	41.81	1	0.1	4.534
T14	9.0029	41.81	1	0.1	45.330	9.0029	41.81	1	0.1	4.533
T15	9.0036	41.87	1	0.1	45.393	9.0036	41.87	1	0.1	4.539
T16	9.0054	41.9	1	0.1	45.417	9.0054	41.9	1	0.1	4.542
T17	9.0028	43.69	1	0.1	47.419	9.0028	43.69	1	0.1	4.742
T18	9.0058	43.7	1	0.1	47.414	9.0058	43.7	1	0.1	4.741

Muestra sin fosfato.

T0	9.0094	32.7	1	0.1	35.185	9.0094	32.7	1	0.1	3.519
----	--------	------	---	-----	--------	--------	------	---	-----	-------

6.2. Tabla de agrupación de datos del índice de peróxidos

MUESTRA	VARIABLES DE ESTUDIO			INDICE DE PEROXIDO meq de O ₂ /Kg.		
	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO minutos	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	5.83	5.83	5.84
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	5.87	5.87	5.87
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	6.78	6.79	6.79
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	6.62	6.62	6.62
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	7.56	7.57	7.56
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	7.48	7.48	7.49
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	7.67	7.68	7.67
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	7.75	7.75	7.75
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	7.76	7.77	7.76
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	4.33	4.33	4.33
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	4.51	4.51	4.51
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	4.51	4.51	4.51
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	4.53	4.54	4.53
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	4.53	4.53	4.53
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	4.54	4.54	4.54
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	4.54	4.54	4.55
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	4.74	4.74	4.74
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	4.75	4.75	4.74

6.2.1. Análisis de varianza para Índice de Peróxidos, utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	83.3606	83.3606	83.3606	11169902.35	0.000001
Concentración	2	7.4134	7.4134	3.7067	496680.67	0.000001
Tiempo	2	1.3442	1.3442	0.6721	90056.77	0.000001
Fosfatos x concentración	2	4.3179	4.3179	2.1590	289290.89	0.0000001
Fosfatos x tiempo	2	0.5828	0.5828	0.2914	39044.91	0.0000012
Concentración x tiempo	4	0.6452	0.6452	0.1613	21614.05	0.00000023
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.9763	0.9763	0.2441	32704.06	0.001
Error	36	0.0003	0.0003	0.0000		
Total	53	98.6406				

S = 0.00273184 R-cuad. = 99.80% R-cuad.(ajustado) = 100.00%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)^{N.S}

6.2.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: P1, P2

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	1	27.826	27.826	87.17	0.00000011**
Error	16	5.107	0.319		
Total	17	32.933			

S = 0.5650 R-cuad. = 84.49% R-cuad.(ajustado) = 83.52%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*

Fosfatos	N	Media	Agrupación
P1	9	7.0389	a
P2	9	4.5522	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

6.2.3. Prueba de efectos simples para las interacciones con nivel de significancia. ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$)*

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x C. En la evaluación de índice de peróxidos.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de C1	1	39.6200	39.6200	4754400.00	**
P dentro de C2	1	97.4500	97.4500	11694000.00	**
P dentro de C3	1	125.9500	125.9500	15114000.00	**
C dentro de P1	2	34.4900	17.2450	2069400.00	**
C dentro de P2	2	0.7000	0.3500	42000.00	**
Error	36	0.0003	0.0000		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x T. En la evaluación de índice de peróxidos.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de T1	1	67.67	67.6700	8120400.00	**
P dentro de T2	1	82.29	82.2900	9874800.00	**
P dentro de T3	1	101.84	101.8400	12220800.00	**
T dentro de P1	2	5.5	2.7500	330000.00	**
T dentro de P2	2	0.29	0.1450	17400.00	**
Error	36	0.0003	0.0000		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C x T. en la evaluación de índice de peróxidos.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
C dentro de T1	2	6.32	3.1600	379200.00	**
C dentro de T2	2	7.55	3.7750	453000.00	**
C dentro de T3	2	2.24	1.1200	134400.00	**
T dentro de C1	2	2.17	1.0850	130200.00	**
T dentro de C2	2	1.65	0.8250	99000.00	**
T dentro de C3	2	0.16	0.0800	9600.00	**
Error	36	0.0003	0.0000		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

ANEXO 07: RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EVALUACIÓN DE TRAZA RESIDUAL DE FOSFATOS

Los valores de traza residual de fosfatos en el filete de trucha en inmersión en diferentes concentraciones de Tripolifosfato de sodio, Hexametafosfato de sodio y fosfato comercial. Método oficial. 995.11 AOAC.

Formula según. AOAC $p, g/100g = 100 \times (V2/V1) \times PW.$

V1: volumen de las soluciones utilizadas en la reacción de color, ml

V2: volumen de matraz aforado que contiene porción de ensayo de cenizas en 100ml

P: cantidad de P a partir de la curva estándar correspondiente a la absorbancia del analito

W: peso porción de ensayo.

7.1. Tabla de cálculo para la obtención de la traza residual

VARIABLES DE ESTUDIO			DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL			
MUESTR A	CONCENTRACION DE FOSFATOS	TIEMPO DE INMERSION (min)	PESO DE LA MUESTRA (g)	g de P/100 g de muestra	g de PO ₄ /100 g de muestra	g de P ₂ O ₅ /100 de muestra
T1	Mezcla de 451i y 452 i al 3 %	5	0.204	0.213	0.652	0.487
T2	Mezcla de 451i y 452 i al 3 %	10	0.202	0.216	0.662	0.495
T3	Mezcla de 451i y 452 i al 3 %	15	0.202	0.228	0.698	0.521
T4	Mezcla de 451i y 452 i al 6 %	5	0.201	0.204	0.624	0.466
T5	Mezcla de 451i y 452 i al 6 %	10	0.200	0.216	0.662	0.495
T6	Mezcla de 451i y 452 i al 6 %	15	0.189	0.297	0.911	0.681
T7	Mezcla de 451i y 452 i al 9 %	5	0.201	0.262	0.804	0.601
T8	Mezcla de 451i y 452 i al 9 %	10	0.214	0.254	0.778	0.582
T9	Mezcla de 451i y 452 i al 9 %	15	0.205	0.364	1.117	0.835
T10	Mezcla Comercial 3%	5	0.201	0.209	0.639	0.478
T11	Mezcla Comercial 3%	10	0.204	0.211	0.647	0.483
T12	Mezcla Comercial 3%	15	0.203	0.212	0.650	0.486
T13	Mezcla Comercial 6%	5	0.201	0.221	0.678	0.507
T14	Mezcla Comercial 6%	10	0.202	0.221	0.676	0.505
T15	Mezcla Comercial 6%	15	0.203	0.224	0.687	0.514
T16	Mezcla Comercial 9%	5	0.201	0.225	0.690	0.516
T17	Mezcla Comercial 9%	10	0.202	0.242	0.743	0.555
T18	Mezcla Comercial 9%	15	0.200	0.248	0.760	0.568

Muestra sin adición de fosfato.

T0	no contiene	0	0.205	0.204	0.624	0.466
----	-------------	---	-------	-------	-------	-------

7.2. Tabla de agrupación de datos de la traza residual de fosfatos

MUESTRA	VARIABLES DE ESTUDIO			TRAZA RESIDUAL P ₂ O ₅ /g		
	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO minutos	R1	R2	R3
T1	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	5	0.48692	0.48703	0.48690
T2	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	10	0.49550	0.49429	0.49428
T3	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	3	15	0.51498	0.52380	0.52563
T4	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	5	0.45989	0.45995	0.47962
T5	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	10	0.49250	0.48959	0.50150
T6	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	6	15	0.59400	0.59000	0.56093
T7	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	5	0.60000	0.59000	0.61312
T8	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	10	0.69900	0.65140	0.69213
T9	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametafosfato de sodio 50%	9	15	0.82900	0.83499	0.84000
T10	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	0.47790	0.47850	0.47710
T11	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	0.48400	0.48620	0.47930
T12	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	0.48778	0.48850	0.48100
T13	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	0.53382	0.48880	0.49780
T14	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	0.52800	0.48910	0.49847
T15	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	0.51390	0.51490	0.51227
T16	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	0.54900	0.49980	0.49856
T17	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	0.55700	0.55900	0.54924
T18	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	0.54995	0.59950	0.55560

7.2.1. Análisis de varianza para Traza Residual, utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust	F	P
Fosfatos	1	0.0200	0.0200	0.0200	201.98	0.00000001
Concentración	2	0.0794	0.0794	0.0397	399.88	0.00000012
Tiempo	2	0.0214	0.0214	0.0107	107.62	0.00000005
Fosfatos x concentración	2	0.0250	0.0250	0.0250	125.83	0.00000001
Fosfatos x tiempo	2	0.0105	0.0105	0.0054	52.73	0.00000002
Concentración x tiempo	4	0.0081	0.0081	0.0020	20.84	0.00000003
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.0030	0.0030	0.0007	7.43	0.00005
Error	36	0.0036	0.0036	0.0001		
Total	53	0.1710				

S = 0.00996682 R-cuad. = 97.91% R-cuad.(ajustado) = 96.92%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)N.S

7.2.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia (P≤0.01) **, (P≤0.05)*

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	0.0631	0.0631	6.21	0.01*
Error	15	0.0762	0.0050		
Total	17	0.1393			

S = 0.07127 R-cuad. = 45.31% R-cuad.(ajustado) = 38.01%
(P≤0.01)**,(P≤0.05)*,(P≥0.05)^{N.S}

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey (Pr≤0.05)*.

Concentración	N	Media	Agrupación
C3	6	0.626	a
C2	6	0.511	b
C1	6	0.492	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

7.2.3. Prueba de efectos simples para las interacciones con nivel de significancia. ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$)*.

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x C. En la evaluación de traza residual.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de C1	1	0.0048	0.0048	48.00	**
P dentro de C2	1	0.0004	0.0004	4.17	*
P dentro de C3	1	0.3408	0.3408	3408.17	**
C dentro de P1	2	0.7065	0.3532	3532.45	**
C dentro de P2	2	0.0566	0.0283	283.10	**
Error	36	0.0036	0.0001		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción P x T. En la evaluación de traza residual.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
P dentro de T1	1	0.0041	0.0041	41.00	**
P dentro de T2	1	0.0024	0.0024	24.00	**
P dentro de T3	1	0.2050	0.2050	2050.00	**
T dentro de P1	2	0.2330	0.1165	1165.00	**
T dentro de P2	2	0.0070	0.0035	34.90	**
Error	36	0.0036	0.0001		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción C x T. En la evaluación de traza residual.

Fuente	GL	SC Sec.	MC Ajust	Fc	SIG
C dentro de T1	2	0.0438	0.0219	218.95	**
C dentro de T2	2	0.1229	0.0614	614.30	**
C dentro de T3	2	0.2591	0.1295	1295.35	**
T dentro de C1	2	0.0028	0.0014	14.15	**
T dentro de C2	2	0.0247	0.0124	123.65	**
T dentro de C3	2	0.1240	0.0620	620.00	**
Error	36	0.0036	0.0001		

F 0.05 (1,36) = 4.11, F 0.01 (1,36) = 7.39

F 0.05 (1,36) = 3.26, F 0.01 (1,36) = 6.20

ANEXO 08: RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA (AEROBIOS MESOFILOS)

VARIABLES DE ESTUDIO				LECTURA DE RECUESTO DE (30 A 300 ufc)		CONTEO DE MESOFILOS AEROBIOS ufc/g o ml. 10 ³	CONTEO DE MESOFILOS AEROBIOS ufc/g o ml. 10 ⁵
MUESTRA	FOSFATOS	CONCENTRACION (%)	TIEMPO minutos	10 ³	10 ⁴		
T ₁	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	3	5	66	56	6.6x10 ⁴ ufc/g	5.6x10 ⁵ ufc/g
T ₂	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	3	10	60	52	6x10 ⁴ ufc/g	5.2x10 ⁵ ufc/g
T ₃	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	3	15	50	40	5x10 ⁴ ufc/g	4x10 ⁵ ufc/g
T ₄	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	6	5	52	48	5.2x10 ⁴ ufc/g	4.8x10 ⁵ ufc/g
T ₅	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	6	10	46	43	4.6x10 ⁴ ufc/g	4.3x10 ⁵ ufc/g
T ₆	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	6	15	27	25	2.7x10 ⁴ ufc/g	2.5x10 ⁵ ufc/g
T ₇	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	9	5	28	27	2.8x10 ⁴ ufc/g	2.7x10 ⁵ ufc/g
T ₈	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	9	10	26	23	2.6x10 ⁴ ufc/g	2.3x10 ⁵ ufc/g
T ₉	Tripolifosfato de sodio 50% ,hexametfosfato de sodio 50%	9	15	25	23	2.5x10 ⁴ ufc/g	2.3x10 ⁵ ufc/g
T ₁₀	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	5	84	62	8.4x10 ⁴ ufc/g	6.2x10 ⁵ ufc/g
T ₁₁	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	10	76	57	7.6x10 ⁴ ufc/g	5.7x10 ⁵ ufc/g
T ₁₂	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	3	15	72	55	7.2x10 ⁴ ufc/g	5.5x10 ⁵ ufc/g
T ₁₃	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	5	65	48	6.5x10 ⁴ ufc/g	4.8x10 ⁵ ufc/g
T ₁₄	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	10	64	45	4.6x10 ⁴ ufc/g	4.5x10 ⁵ ufc/g
T ₁₅	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	6	15	36	26	3.6x10 ⁴ ufc/g	2.6x10 ⁵ ufc/g
T ₁₆	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	5	34	25	3.4x10 ⁴ ufc/g	2.5x10 ⁵ ufc/g
T ₁₇	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	10	33	25	3.3x10 ⁴ ufc/g	2.5x10 ⁵ ufc/g
T ₁₈	Tripolifosfato de sodio 50% ,fosfato comercial 50%	9	15	30	25	3x10 ⁴ ufc/g	2.5x10 ⁵ ufc/g

Se evaluó ausencia total de Echerichia Coli. En los 18 tratamientos.

8.1. Análisis de varianza para evaluación microbiológica (aerobios mesofilos), utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC .	CM	F	SIG.
Trat .combinados	17	61.8100	3.6359	3.7885	**
Fosfatos	1	5.1199	5.1199	5.33	*
Concentración	2	45.2900	22.6450	23.60	**
Tiempo	2	6.6040	3.3020	3.44	*
Fosfatos x concentración	2	1.4500	0.7250	0.76	N.S
Fosfatos x tiempo	2	0.2100	0.1050	0.15	N.S
Concentración x tiempo	4	2.7900	0.6975	0.73	N.S
Fosfatos x concentración x tiempo	4	0.3500	0.0875	0.09	N.S
Error	36	34.5500	0.9597		
Total	53	96.3600			

F. 0.05 (1,36) = 4.11 ,F. 0.01 (1,36) = 7.39

F. 0.05 (2,36) = 3.26 ,F. 0.01 (2,36) = 6.20

F. 0.05 (4,36) = 2.63 ,F. 0.01 (4,36) = 3.89

8.2. Análisis de comparación múltiple de Tukey para los niveles de significancia ($P \leq 0.01$) **, ($P \leq 0.05$) *

- ANOVA unidireccional: C1, C2, C3

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	45.3000	22.6500	20.58	0.0002**
Error	15	16.5100	1.1000		
Total	17	61.8000			

S = 1.049 R-cuad. = 73.29% R-cuad.(ajustado) = 69.73%
($P \leq 0.01$)**, ($P \leq 0.05$)*, ($P \geq 0.05$)^{N.S}

- Agrupación de información utilizando la comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$)*

Concentración	N	Media	Agrupación
C1	6	6.800	a
C2	6	4.530	b
C3	6	2.930	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

.ANEXO 09. PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS DE FOSFATOS Y MUESTRAS



Figura 19. Tripolifosfato de sodio – STP



Figura 20. Pesado de los fosfatos



Figura 21. Lavado y eviscerado de la trucha



Figura 22. Fileteado de la trucha



Figura 23. Secado del filete de trucha



Figura 24. Filete de trucha acabado



Figura 25. Disolución de fosfato



Figura 26. Filetes de trucha en inmersión

ANEXO 10. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICOS



Figura 27. Filete de trucha envasada al vacío



Figura 28. Muestras rotulados

Análisis microbiológico



Figura 29. Estufa eléctrica



Figura 30. Autoclave para esterilización



Figura 31. Preparación para sembrar el cultivo



Figura 32. Dilución de las alícuotas



Figura 33. Muestras para la evaluación de E. Coli



Figura 34. Esterilización de materiales para del cultivo de muestras

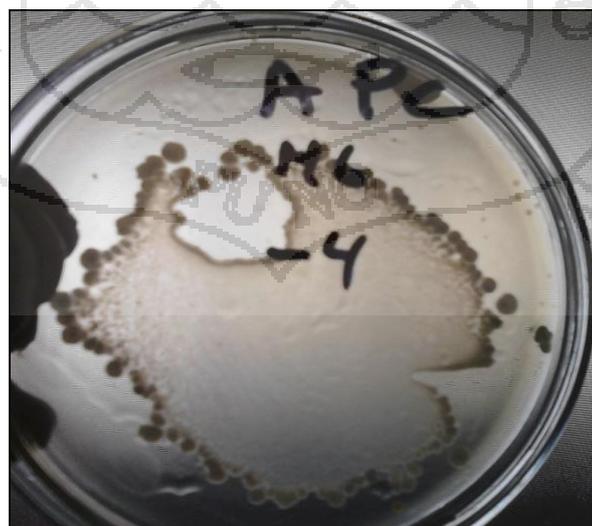


Figura 35. Desarrollo de cultivo en placa petri



Figura 36. Evaluación de muestra para presencia de E. Coli

Análisis de pH



Figura 37. Balanza analítica



Figura 38. Centrifugadora de laboratorio



Figura 39. Preparación de las muestras patrón



Figura 40. Muestras incineradas

Traza residual de fosfato



Figura 41. Muestras para análisis de fosfatos



Figura 42. Ebullición de las muestras

Análisis de textura



Figura 43. Equipo del texturometro



Figura 44. Prueba de textura en filete de trucha

ANEXO 11. CERTIFICACION DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FOSFATO RESIDUAL



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

Oficina Universitaria de Investigación
Megalaboratorio de Investigación Ambiental-Suelos y Aguas
Microscopia Electrónica de Barrido Rayos X



INFORME DE ANÁLISIS N° 290-ENE15

ASUNTO ANÁLISIS FOSFATO RESIDUAL: TRUCHA

PROCEDENCIA: Comunidad - Charcas
LUGAR: Universidad Nacional del Altiplano
INTERESADO: Pacori Mamani Wimer Adolfo
 Aguilar Vilca Wassinthon
MOTIVO: Análisis de Fosfato Residual de la Trucha
MUESTREO: 22/12/14
ANÁLISIS: 22/12/14
MUESTRA TOMADA: Por los interesados y ha sido recepcionada en laboratorio

RESULTADOS DE ANÁLISIS FOSFATO RESIDUAL

Muestra	Concentración 1	Concentración 2	Unidad de medida
1	0.47783	0.48695	P ₂ O ₅ /100 g
2	0.48317	0.49459	P ₂ O ₅ /100 g
3	0.48576	0.52147	P ₂ O ₅ /100 g
4	0.50631	0.48649	P ₂ O ₅ /100 g
5	0.50519	0.49455	P ₂ O ₅ /100 g
6	0.51269	0.58054	P ₂ O ₅ /100 g
7	0.51579	0.60104	P ₂ O ₅ /100 g
8	0.55808	0.58184	P ₂ O ₅ /100 g
9	0.55521	0.63406	P ₂ O ₅ /100 g
10	0.49529	—	P ₂ O ₅ /100 g

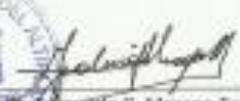
MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las NTP ICP-OES espectroscopía de emisión por fluorescencia atómica reducida.

NOTA:

- El presente Informe de Ensayos, solo es válido únicamente para la Muestra analizada.
- No debe inferirse a la Muestra otros resultados que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido suministrado por el cliente, el laboratorio no se responsabiliza a las condiciones de muestreo si fueran las adecuadas.
- Este Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, si certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 19 enero 2015


 Gerardo G. Moreno Terrazas
 Presidenta
 Mega Laboratorio UNA - Puno


 Martín Choque Yucra
 Analista Analítico
 Mega Laboratorio UNA - Puno

Ciudad Universitaria - Teléfono (051) 599430 Anexo 31102

ANEXO 12. CERTIFICACION DE RESULTADOS DE ANALISIS DEL INDICE DE PEROXIDOS



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

Oficina Universitaria de Investigación
Megalaboratorio de Investigación Ambiental-Suelos y Aguas
Microscopía Electrónica de Barrido Rayos X



INFORME DE ANÁLISIS N° 291-ENE15

ASUNTO ANÁLISIS INDICE DE PERÓXIDO: TRUCHA

PROCEDENCIA	Comunidad de Charcas
LUGAR	Universidad Nacional del Altiplano
INTERESADO	Pacori Mamani Wilmer Adolfo Aguilar Vilca Wasinthon
MOTIVO	Análisis de Índice de Peróxido de la Trucha
MUESTREO	22/12/14
ANÁLISIS	22/12/14
MUESTRA TOMADA	Por los interesados y ha sido recepcionada en laboratorio

RESULTADOS DE ANÁLISIS INDICE DE PERÓXIDO

Muestra	Concentración 1	Concentración 2	Unidad de medida
1	4.332515	5.831713	meq H ₂ O ₂ /kg
2	4.507746	5.873927	meq H ₂ O ₂ /kg
3	4.509958	6.786852	meq H ₂ O ₂ /kg
4	4.533538	6.618003	meq H ₂ O ₂ /kg
5	4.532984	7.562045	meq H ₂ O ₂ /kg
6	4.539296	7.483151	meq H ₂ O ₂ /kg
7	4.541719	7.675134	meq H ₂ O ₂ /kg
8	4.741858	7.750326	meq H ₂ O ₂ /kg
9	4.744138	7.765027	meq H ₂ O ₂ /kg
10	3.518547		

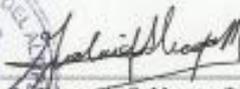
MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las NTP. AOAC Association of Official Analytical Chemists/2005 (2005).

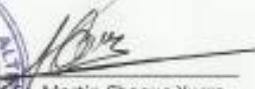
NOTA:

- El presente Informe de Ensayos, solo es válido únicamente para la Muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, el laboratorio, no se responsabiliza si los condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- Este Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 19 enero 2015



Dr. Guillermo G. Moreno Terrazas
Presidente
Mega Laboratorio UNA - Puno



Martin Choque Yucra
Analista Ambiental
Megalaboratorio UNA - Puno