



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

Efecto de concentración de alginato de sodio para encapsulación de hierro del
bazo de res aplicado en gelatina

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero de Industrias Alimentarias**

PRESENTADO POR:

**Bach. CIEZA CARUAJULCA FRANKLIN HUMBERTO
Bach. VILCHEZ ILATOMA EDWIN PAUL**

ASESORADO POR:

Ing. M. Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ.

Lambayeque – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

Efecto de concentración de alginato de sodio para encapsulación de hierro del
bazo de res aplicado en gelatina

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero de industrias Alimentarias**

PRESENTADO POR:

Bach. CIEZA CARUAJULCA FRANKLIN HUMBERTO

Bach. VILCHEZ ILATOMA EDWIN PAUL

APROBADO POR:

Dr. ABRAHAM GUILLERMO YGNACIO SANTA CRUZ

Presidente

Ing. GERARDO SANTAMARÍA BALDERA

Secretario

Ing. RENZO BRUNO CHUNG CUMPA

Vocal

Ing. M. Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

Asesor

DEDICATORIA

Gracias a Dios. Por darme un camino lleno de enseñanzas buenas y brindarme protección en cada una de las dificultades que se presentaron a lo largo de mi formación profesional.

A mis padres y hermanos. Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, el apoyo incondicional de cada uno de ellos y sobre todo el esfuerzo que hacen día a día por ser mejores personas.

A mis amigos. Por sus consejos y aprecio a lo largo de este camino.

FRANKLIN HUMBERTO CIEZA CARUAJULCA

A Dios. Por guiarme en este camino lleno de dificultades, brindarme su amor y misericordia a través de cada una de sus bendiciones que se manifestó durante mi formación.

A mis padres. Con gran anhelo y esfuerzo dan lo mejor, para poder hacer de mí una mejor persona, gracias por sus enseñanzas y manera de superación, a mis hermanos y amigos por cada uno de sus consejos y buenas palabras de motivación que me fortalecieron hasta cumplir y hacer realidad el sueño que tanto anhelaba.

EDWIN PAÚL VÍLCHEZ ILATOMA

RESUMEN

El bazo de res un órgano vascular que tiene muy poca estimación comercial, a pesar de su alto contenido en proteínas (18.9g/100g) y hierro (28.7 mg/100g), hace que este sea un alimento recomendado a personas con desnutrición crónica y anemia ferropénica. El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la concentración de alginato de sodio en la encapsulación de hierro del bazo de res para uso en gelatina. Se propusieron tres formulaciones MAS1 (1%), MAS2 (2%) y MAS3 (3%) en las que variaron los porcentajes de alginato de sodio como material pared y material reticulante cloruro de calcio ($CaCl_2$) al 5%, posterior a ello se llevó a cabo la evaluación químico proximal y la evaluación sensorial de cada uno de los tratamientos en la I.E. N° 10172 Isabel Núñez de Silva-Olmos por infantes entre 3 a 6 años de edad.

El tratamiento MAS3 presento mayor contenido de hierro de los tres tratamientos y además de ser la de mayor aceptabilidad con un total de 5 puntos sobre una calificación de 5 en la escala hedónica facial y cumpliendo con requerimientos microbiológicos establecidos NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01.

Concluyendo que la concentración de alginato de sodio con mayor retención de hierro fue la MAS3 con un cantidad de 16.71 mg de Fe, permitiendo obtener también una aceptabilidad sensorial en la gelatina fortificada con 5 de 5 puntos propuestos sobre la escala hedónica facial con una puntuación de “me gusta mucho”

Palabras clave: Bazo de res; alginato de sodio; encapsulación.

ABSTRACT

Beef spleen, avascular organ that has very little commercial estimate, despite its high protein (18.9g / 100g) and iron (28.7 mg / 100g) content, makes this a recommended food for people with chronic malnutrition and iron-deficiency anemia. The objective of the present investigation was to determine the effect of sodium alginate concentration on the encapsulation of beef spleen for use in gelatin. Three formulations MAS1 (1%), MAS2 (2%) and MAS3 (3%) were proposed in which the percentages of sodium alginate varied as well material and crosslinking material calcium chloride ($CaCl_2$) at 5%, after that, the proximal chemical evaluation and sensory evaluation of each of the treatments in EI was carried out N ° 10172 Isabel Núñez de Silva-Olmos for infants between 3 to 6 years old.

The MAS3 treatment had the highest iron content of the three treatments and in addition to being the most acceptable with a total of 5 points on a rating of 5 on the facial hedonic scale and complying with established microbiological requirements NTS N ° 071-MINSA / DIGESA -V.01.

Concluding that the concentration of sodium alginate with greater iron retention was the MAS3 with an amount of 16.71 mg of Fe, allowing also to obtain a sensory acceptability in the fortified gelatin with 5 of 5 points proposed on the facial hedonic scale with a score of "I like very much"

Keywords: Beef spleen; sodium alginate; encapsulation

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
I. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS.....	12
1.1. Antecedentes.....	12
1.2. Base teórica	13
1.2.1. Anemia.....	13
1.2.2. Hierro.....	15
1.2.2.1. Generalidades del hierro.....	15
1.2.2.2. Importancia del hierro.....	18
1.2.2.3. Requerimiento diario de hierro.....	18
1.2.2.4. Absorción del hierro.....	19
1.2.2.5. Efectos negativos del exceso de hierro.....	20
1.2.3. Bazo de res	20
1.2.3.1. Valor nutricional.....	21
1.2.4. Encapsulación.....	21
1.2.4.1. Métodos generales de encapsulación	23
1.2.4.2. Materiales encapsulantes.....	28
II. MARCO METODOLÓGICO.....	32
2.1. Lugar de ejecución de la investigación.....	32
2.2. Tipo de investigación	32
2.3. Población y muestra.....	32
2.3.1. Población.....	32
2.3.2. Muestra	32
2.4. Variables	32
2.4.1. Variable independiente.....	32
2.4.2. Variables dependientes	33
2.5. Materiales prima e insumos.....	33
2.5.1. Materia prima e insumos	33
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
2.6.1. Equipos e instrumentos	33
2.6.2. Materiales.....	34
2.6.3. Reactivos y soluciones	35

2.6.4.	Materiales e instrumentos para recolección de datos	36
2.7.	Métodos de análisis.....	36
2.7.1	Análisis químicos proximal y microbiológico	36
2.7.2	Análisis sensorial	38
2.8.	Metodología experimental.....	39
2.8.1.	Obtención de las cápsulas de hierro	40
2.8.2.	Obtención de gelatina fortificada	41
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
3.1.	Diseño y formulación de capsulas de hierro	43
3.2.	Evaluación químico proximal y microbiológico de los tratamientos	43
3.2.1.	Evaluación microbiológica	43
3.2.2.	Evaluación químico proximal de los tratamientos	45
3.3.	Evaluación sensorial de los tratamientos	48
IV.	CONCLUSIONES	53
V.	RECOMENDACIONES	54
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	55
VII.	ANEXOS:	63
	ANEXO 1 Formato de evaluación sensorial.....	63
	ANEXO 2 Fotografías	64
	ANEXO 3Especificación técnica del Alginato de Sodio	68
	ANEXO 4Resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Requerimientos diarios de hierro según la OMS.....	19
Tabla 2 Composición nutricional de bazo de res	21
Tabla 3 Principales métodos de encapsulación según la naturaleza del proceso.....	23
Tabla 4 Sustancias más utilizadas como recubrimiento en la encapsulación.....	29
Tabla 5 Operacionalización de Variables.....	33
Tabla 6 Métodos de análisis microbiológicos.....	36
Tabla 7 Composición de capsulas de hierro.....	37
Tabla 8 Determinación de criterios microbiológicos.....	43
Tabla 9 Análisis químico proximal de las formulaciones de capsulas de hierro.....	44
Tabla 10 Análisis químico proximal de las formulaciones de capsulas de hierro.....	45
Tabla 11 Prueba de homogeneidad de varianzas para atributo de sabor.....	49
Tabla 12 Prueba de efectos inter-sujetos para variable sabor.....	50
Tabla 13 Prueba de comparaciones múltiples para atributo de sabor.....	51
Tabla 14 Prueba de comparaciones de medias de Tukey para sub conjuntos homogéneos.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentaje de niñas y niños de 6 a 35 meses de edad con prevalencia de anemia, según área de residencia.....	16
Figura 2. Porcentaje de niñas y niños de 6 a 35 meses de edad con prevalencia de anemia.....	16
Figura 3. Tipos de cápsulas por su estructura.....	23
Figura 4. Proceso de gelificación del alginato de sodio y estructura en " caja de huevos" del calcio.....	27
Figura 5. Estructura del polímero de alginato.. ..	31
Figura 6. Ficha de respuesta de aceptabilidad sensorial.....	38
Figura 7. Esquema del diseño experimental para la encapsulación de baso de res	39
Figura 8. Diagrama de flujo para la aplicación de encapsulado de hierro en gelatina.	41
Figura 9. Comparación de cantidad de hierro (mg) de los tres tratamientos	48
Figura 10. Comparación de atributo de aceptabilidad de sabor de gelatina fortificada.....	52
Figura 11. Materia prima (bazo de res, alginato de sodio, cloruro de calcio).....	64
Figura 12. Obtención de cápsulas de hierro	65
Figura 13. Evaluación sensorial	66
Figura 14. Análisis fisicoquímicos	67
Figura 15. Especificación técnica del Alginato de Sodio.....	68

INTRODUCCIÓN

La anemia representa el más extendido problema de salud y nutrición pública en el mundo. Con una estimación de 2000 millones de personas (30% de la población mundial) registran algún grado de anemia, entre los grupos más vulnerables se encuentran mujeres gestantes y niños menores de los tres años de edad, debido a las mayores necesidades nutricionales (Reporte de políticas de salud, 2018).

Según estudios que se realizaron en las últimas dos décadas muestra que el déficit de hierro en el organismo de un niño crecimiento, tiene graves efectos sobre el proceso de maduración cerebral y como consecuencia negativa sobre la capacidad de aprendizaje, efectos negativos en la inmunidad, lo que hace al niño más susceptible de adquirir enfermedades infecciosas, según menciona en el reporte de políticas de salud (2018).

En nuestro país, la anemia es también un problema importante de salud pública; luego de una pequeña reducción de la prevalencia a nivel nacional de anemia en niños menores de 5 años, se ha visto que en los últimos tres años ha habido un incremento sostenido de ésta. Este comportamiento epidemiológico de la anemia en la primera etapa de vida de los niños peruanos, ha generado mucha preocupación en diversos ámbitos y niveles de actores con responsabilidad en la salud y bienestar de la población peruana (Izquierdo y Apaza, 2017).

Entre las múltiples opciones para mejorar el estado de nutrición de hierro es la fortificación de alimentos que sean altamente consumidos por la población, con el fin de incrementar la ingesta del nutriente carente, siendo las vísceras de la res una de los principales fuentes de hierro teniendo al bazo de res (28.7 %); hígado (5.4%) y lengua (2.2 %); corazón (3.6 %); criadillas (0.9 %;) (Tablas peruanas de composición de alimentos, 2009).

Conociendo esta problemática, que no solo afecta a nuestro país se ha visto que la fortificación de alimentos juega un papel muy importante, además de constituir una de las opciones más efectivas para prevenir estas deficiencias, es por ello que se desarrolló una alternativa de uso del hierro encapsulado a partir del bazo de la res, planteando los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la concentración de alginato de sodio en la encapsulación de hierro del bazo de res para uso en gelatina.
- Caracterizar los análisis fisicoquímicos proximal y microbiológicos de las cápsulas de bazo de res.
- Determinar parámetros de procesamiento para el encapsulamiento de hierro a partir de bazo de res.
- Evaluar los resultados de los análisis estadísticamente para discriminar el mejor tratamiento.
- Caracterizar sensorialmente la gelatina con la aplicación de las capsulas de hierro.

I. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

1.1. Antecedentes

Entre uno de las pocas investigaciones que se realizan el aprovechamiento del bazo de res esta Cochevare y Sánchez (2015), en su tesis de grado denominado “Pan dulce enriquecido con harina de *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) y extracto de bazo de ganado vacuno”, en la cual plantea diversas formulaciones, donde concluye que tiene buena aceptabilidad y cubriendo más del 50% de los requerimientos de hierro de los niños en edad pre escolar.

Otra de las investigaciones que presenta el uso de bazo de res está presentada por las tesis de grado Izquierdo y Apaza (2017), denominada “Valor nutritivo y aceptabilidad de la fortificación de galletas a base de harina de trigo (*triticum aestivum*), harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y bazo de res, para escolares, arequipa 2017”, en la cual tiene como objetivo principal evaluar su aceptabilidad de las galletas elaboradas y determinar su valor nutritivo de la galleta de mayor aceptación logrando obtener un alimento rico en hierro y proteína.

En relación a los antecedentes mencionados que en la medicina veterinaria se utiliza otro tipo de procedimiento para enriquecer alimentos como por ejemplo en su tesis de grado Hernández (2015), presenta “Encapsulación de hierro hemínico en cápsulas de alginato de sodio como un suplemento oral para cerdos neonatos: estudios in vitro”, en la cual obtiene 5 tipos de cápsulas por gelación iónica, cuyo objetivo de su estudio fue elaborar y caracterizar cápsulas de alginato de sodio (AS) que encapsulen hierro hemínico (FeHem) y estudiar sus perfiles de liberación en condiciones gastrointestinales in vitro simuladas de cerdo lechón siendo el material encapsulante AS (alginato de sodio).

Y además Durán (2018), en su tesis de grado “Elaboración y Caracterización de matrices comestibles cargadas con hierro como una potencial alternativa de suplementación oral para cerdos” realiza un estudio cuyo objetivo fue elaborar y caracterizar matrices comestibles cargadas con hierro (Fe) hemo y no hemo encapsulado elaborando matrices de alginato de sodio y diferentes concentraciones de suero de leche (SL) utilizando la gelificación iónica, obteniendo una buena respuesta en uno de los tratamientos con respecto a la muestra patrón.

Tomando en cuenta lo antes mencionado para la encapsulación de hierro está lo realizado por Mendoza (2018), en su tesis de maestría “Micro encapsulación de hierro por medio de coacervación para la adición en alimentos evitando el resabio” sostiene acerca de la combinación de los procesos permitió obtener tamaños de partícula no antes reportados, que esto a su vez tiene la ventaja de que el compuesto de hierro no cambia la percepción del sabor de los alimentos receptores.

Por lo que se consideramos tener en cuenta este tipo de encapsulación, ya que mejora la calidad del alimento, permitiendo una mayor alternativa de uso para la fortificación de diversos tipos de alimentos.

1.2.Base teórica

1.2.1. Anemia

De acuerdo al Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS, 2018), refiere que la anemia es un problema que se acentúa por factores como las desigualdades económicas, sociales y culturales, que se manifiestan en pobreza, precariedad de las condiciones de vivienda y en especial al acceso a agua y saneamiento, una falta de conocimiento en las

familias en la importancia que tiene la alimentación saludable, las buenas prácticas de higiene.

Siendo una de las principales causas de anemia el origen nutricional, el de salud pública extendido en el mundo y es la que se encuentra muy asociada al incremento del riesgo de morbilidad y mortalidad (García *et al.*, 2013, p.15).

Además el Ministerio de salud (MINSA, 2017), detalla que a nivel mundial se estima que la deficiencia de hierro es la principal causa con más frecuencia de anemia, existe otras deficiencias como como el folato, vitamina B_{12} , vitamina A, estas también pueden causar anemia así como algunas infecciones agudas o infecciones crónicas, la parasitosis, infecciones que son causadas por metales pesados y algunas enfermedades hereditarias o son adquiridas que afectan la síntesis de hemoglobina y la producción de glóbulos rojos.

Tostado, Benítez, Pinzón, Bautista y Ramírez (2015) afirman que de los más vulnerables son los niños en especial los lactantes entre los 4 y 6 meses de vida, a los dos años y durante el embarazo el requerimiento de hierro es más alto, se debe también a una alimentación insuficiente en hierro biodisponible, por su bajo contenido de hierro en la dieta, esto sucede especialmente en países en desarrollo, falta de conocimiento o de recursos.

La anemia también compromete la salud en mujeres que se encuentran en una edad de fertilidad, mujeres embarazadas, niños preescolares y adultos mayores (Duran *et. al*, 2017, p.234). Otra de las causas acerca en carencia de hierro está acompañado con un alto riesgo irreversible en el desarrollo mental y psicomotor a largo plazo, como consecuencia tienen un coeficiente de inteligencia menor, un déficit de atención y falta de concentración.

A nivel internacional la anemia es uno de los problemas de salud de mucha importancia.

Las cifras que proporciona el Instituto de Estadística e Informática (INEI, 2018), resalta acerca de la carencia que a nivel nacional afecta a cuatro de cada diez niñas y niños menores de tres años de edad (46.6%), es mayor en el área rural (51.9%) que en el área urbana (44.7%), en el primer semestre 2018 (Figura 1), en donde anemia es mayor en las regiones de la Sierra (54.2%) y la Selva (48.8%), que contrastan con la Costa, donde la prevalencia de esta carencia afecta al 42.0% de las niñas y niños menores de tres años de edad (Figura 2).

Como detalla INEI (2018), uno de los departamentos con más alta tasa de anemia es Puno que registró 67.7% de la prevalencia de anemia en niñas y niños de 6 a 35 meses en el año 2018; luego está Pasco (58.7%) y Loreto (57.4%). Por el contrario, menores porcentajes se registraron en Cajamarca (31.9%), Moquegua (33.9%) y Tacna (34.9%).

1.2.2. Hierro

1.2.2.1. Generalidades del hierro

El hierro es un metal esencial para la vida, pero en cantidades elevadas resulta tóxico, además tiene la capacidad de donar electrones con facilidad y puede catalizar reacciones vía radicales libres y como consecuencia incrementar el estrés oxidativo así la peroxidación lipídica y riesgo cardiovascular son consecuencias de la sobrecarga de hierro (Toxqui, 2010a).

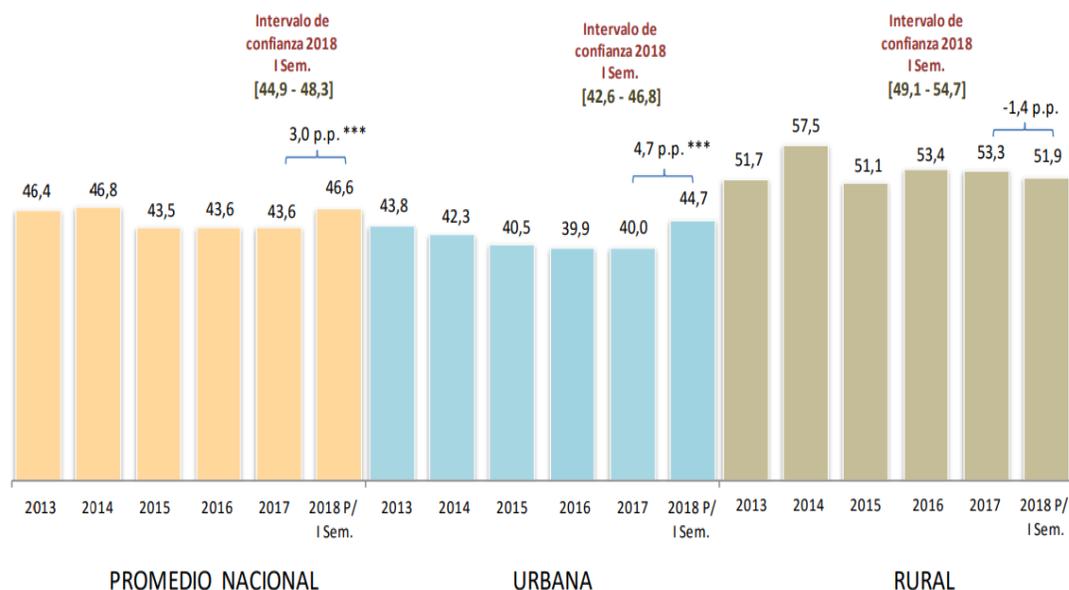


Figura 1. Porcentaje de niñas y niños de 6 a 35 meses de edad con prevalencia de anemia, según área de residencia, Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar. Recuperado de: https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/ppr/Indicadores_de_Resultados_de_los_Programas_Presupuestales_ENDES_Primer_Semestre_2018.pdf

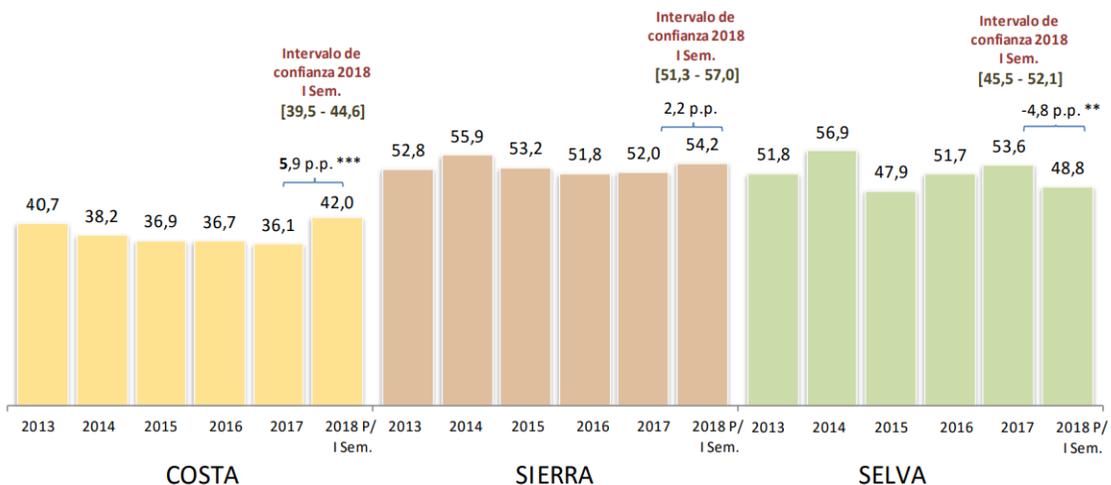


Figura 2. Porcentaje de niñas y niños de 6 a 35 meses de edad con prevalencia de anemia, según región natural, Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar. Recuperado de: <https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/ppr>

Hooda *et. al.* Citado por Duran (2018), afirma que el hierro (Fe) se puede encontrar en dos formas en los alimentos: como Fe no hemo en alimentos de origen vegetal y lácteo, y como Fe hemo en carnes, vísceras y otros alimentos de origen animal que contienen hemoglobina y/o mioglobina (p.1).

Corrales, Parra, Maldonado y Burgos (2011), afirman que el hierro es un nutriente esencial para realizar el metabolismo celular en los mamíferos, tiene participación en la formación de metaloenzimas así como en otras proteínas que están presentes en los diferentes procesos biológicos durante el proceso vital, como la producción celular de energía, síntesis de neurotransmisores, metabolismo de las hormonas, el crecimiento y desarrollo, maduración.

Además Toxqui (2014b), afirma que el hierro juega un papel muy importante en procesos celulares como en la síntesis de ARN, ADN y en la regulación de la expresión genética y síntesis de proteínas además forma parte del transporte de electrones y la respiración celular, proliferación celular (Toxqui *et.al.*; Citado en Toxqui, 2015), menciona que el metabolismo de hierro se lleva a cabo en diferentes tejidos especializados, como son en: sangre, hígado, cerebro, intestino, placenta, testículos y musculo esquelético (p. 27).

El 70% del hierro se encuentra en la hemoglobina, el 25% se encuentra como reserva (ferritina y hemosiderina), el 4% como mioglobina y un 1% unido a la transferrina y como formando parte de diversas enzimas que participan en la producción oxidativa de energía celular y en la síntesis de los neurotransmisores y de ADN (Grandy, Weisstaub y López de Romaña 2010 p.26).

1.2.2.2.Importancia del hierro

Es de gran importancia para realizar la síntesis de la hemoglobina en los glóbulos rojos y en la síntesis de la mioglobina en las células musculares, así como para el buen funcionamiento de una serie de metaloenzimas vitales que contienen hierro (Milman, 2012).

Durante el periodo de alimentación complementaria, la absorción de hierro está influenciada por muchos factores como la naturaleza química y la cantidad de hierro presente en la dieta, presencia de otros nutrientes o anti nutrientes que dificultan la absorción de hierro que se encuentran en los alimentos ingeridos así como la capacidad de absorción de la mucosa intestinal (Fernández, Ros, y Frontela, 2015).

El hierro es muy indispensable pero a la vez en grandes concentraciones es muy toxico por el cual los mamíferos cuentan con un estricto nivel de control de niveles en el organismo, para ello cuyo elemento central es la hepcidina, esta pequeña hormona peptídica actúa como reactante de fase aguda que regula las fluctuaciones del hierro plasmático que son causados por los enterocitos (Svarch, 2015).

1.2.2.3.Requerimiento diario de hierro

El hierro por la gran importancia que desempeña en el organismo la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2002 determino los requerimientos diarios, para el cumplimiento de todos los procesos metabólicos como se observa en la tabla 1 (Serpa, Vélez, Barajas, Castro y Zuluaga, 2015).

Tabla 1

Requerimientos diarios de hierro según la OMS

Grupo	Edad (años)	Requerimiento diario (mg)
Niños	0,5 a 1	0,55
	1 a 3	0,27
	4 a 6	0,23
	7 a 10	0,32
	11 a 14	0,55
Hombres	15 a 17	0,60
	18 +	0,60
Mujeres	11 a 14	0,55
	15 a 17	0,55
	18 +	0,35

Nota. FAO y WHO, 2002; Citado por Serpa, Vélez, Barajas, Castro y Zuluaga (2015).

Para la prevención de la deficiencia de hierro es mediante el consumo de una dieta adecuada, fortificación de alimentos con hierro y suplementación con hierro medicinal; esto incluye el aumento del consumo de alimentos ricos en sustancias que favorecen la absorción del hierro no hemico, disminuir consumo de inhibidores de la absorción y aumentar el consumo de hierro hemico. El consumo de alimentos fortificados con hierro es una de las practicas más comunes (Saavedra, 2010).

1.2.2.4. Absorción del hierro

Según Grandy (2010), menciona que el hierro se absorbe a nivel del intestino delgado en la fracción del duodeno. Lo cual los enterocitos regulan la absorción según las necesidades del organismo, a altos niveles corporales de Fe bloquean su absorción y a bajos niveles de Fe se incrementan. La presencia de componentes que afectan de modo variable la absorción de hierro hace que la ingesta no se correlacione con la biodisponibilidad, pudiendo existir

anemia ferropénica pese a ingesta de hierro aparentemente adecuadas. (Valencia, Ronayne y De Portela, 2013).

1.2.2.5.Efectos negativos del exceso de hierro

Según Tostado *et. al.* (2015), Menciona que la deficiencia de la ingesta de hierro trae consecuencias que son adversas para la salud así su ingesta excesiva también puede generar alteraciones como por ejemplo la fortificación de fórmulas con alto contenido de hierro puede reducir la absorción de cobre y zinc, así también menciona que el suplemento de hierro durante la lactancia materna puede disminuir las propiedades antiinfecciosas de leche materna.

1.2.3.Bazo de res

Llamado también “molleja negra”, siendo de muy baja venta y consumo, es un órgano vascular situado en la cavidad intestinal izquierda por debajo de las costillas de ternero o añojo (Cochevare, S. y Sánchez, R., 2015; Izquierdo y Apaza, 2017).

Su forma es alargada, de coloración gris azulada, ancho y con extremos redondeados, siendo la de mayor masa de tejido linfático que existe en el organismo produciendo los glóbulos blancos, envuelve y destruye a las bacterias y restos celulares, y destruye a los glóbulos rojos y piaquetas viejos (Cochevare, S. y Sánchez, R., 2015).

Contiene elevada cantidad de vitamina “d” haciendo muy recomendable para fortalecer huesos y piel; ayudando a fortalecer el sistema inmunitario y prevenir el cáncer (Ledesma, N. y Nelva, E., 2011).

1.2.3.1. Valor nutricional

Tabla 2

Composición nutricional de bazo de res

Descripción	Proteína	Grasa total	Carbohidratos	Fibra	Cenizas	Hierro	Calcio	Fósforo	Zinc
Bazo de res	18.9 g	1.2 g	0	0	1.5 g	28.7 mg	7 mg	161 mg	2.11 mg

Nota. Tabla peruana de composición de los alimentos (2009).

1.2.4. Encapsulación

La encapsulación (micro encapsulación) se define como una tecnología de empaque de materiales sólidos, líquidos o gaseosos en miniatura, capsulas selladas que pueden liberar su contenido a velocidades controladas bajo condiciones específicas, esta tecnología se ha utilizado en la industria de alimentos por más de sesenta años a la fecha (Esquivel *et. al.* 2011).

La técnica de encapsulamiento tiene su origen en la primera mitad del siglo XX, con la aparición de la coacervación, que ha sufrido numerosos cambios en su implementación y hasta en la función original que cumplía que consistía en recubrir colorantes para papel (Que, Dise, Josu, y Meneses, 2018).

Las aplicaciones para la encapsulación se dirigen a la industria, como la textil, metalúrgica, química, alimenticia, cosméticos, farmacéutica y medicina; siendo las sustancias que se micro encapsulan pueden ser vitaminas, minerales, colorantes, prebióticos, pro bióticos,

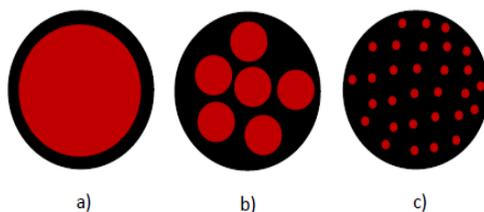
sabores nutraceuticos, antioxidantes, olores, aceites, enzimas, bacterias, perfumes, drogas e incluso fertilizantes (Adolfo y Huertas, 2010).

Adolfo y Huertas (2010), mencionan acerca del material o mezclas de materiales ha encapsular puede ser cubierto o atrapado dentro de otro material o sistema; siendo un micro cápsula consiste de una membrana semi permeable, esférica, delgada y fuerte alrededor de un centro solido/líquido.

Además los materiales que se utilizan para el encapsulamiento pueden ser gelatina, grasas, aceites, goma arábica, alginato de calcio, ceras, almidón de trigo, maíz, arroz, papa, nylon, ciclo dextrina, malto dextrina, caseinato de sodio, proteína de lacto suero o proteína de soya.

En la figura 3 según Costa Magna et al. (2017) citado por Que et al. (2018), señala que para los tres tipos de cápsulas, en la cual están clasificadas de acuerdo con su morfología: la cuales con mononucleares y polinucleares y tipo matriz, esto se entiende ya que las micro cápsulas están compuestas de dos fases: el núcleo y la pared, las cuales deben ser compatibles.

La primera fase, la interna, es el material activo a envolver mientras la segunda fase es el material empleado para dicha acción, ambos aspectos dependen del tipo de método que se empleará para la encapsulación y el fin con el que se usarán las micro cápsulas (Reyna, Álvarez, Hernández y Luis, 2015).



a) Mononuclear, b) Polinuclear y c) Matriz.

Figura 3. Tipos de cápsulas por su estructura, recuperada de Reyna *et. al.*, (2015)

Las ventajas de la encapsulación abarcan desde protección del compuesto bioactivo como núcleo a condiciones del medio ambiente o al entorno donde se pretende ser liberado, estos factores externos pueden ser humedad, pH, temperatura, oxidación, exposición a luz., para que los principales compuestos que necesitan de esta protección son compuestos como antioxidantes, pigmentos, aceites poliinsaturados, vitaminas y minerales (Que *et. al.*, 2018).

1.2.4.1. Métodos generales de encapsulación

Los métodos de encapsulación pueden dividirse en físicos, químicos y fisicoquímicos; según la naturaleza del proceso (Tabla 3), lo que da como resultado productos con características específicas y aplicaciones diversas

Tabla 3

Principales métodos de encapsulación según la naturaleza del proceso

PROCESOS FÍSICOS	PROCESOS QUÍMICOS	PROCESOS FISICOQUÍMICOS
Secado por aspersión Extrusión Recubrimiento por aspersión	Polimerización inter facial Inclusión molecular	Coacervación Atrapamiento en liposomas o micelas inversas Gelificación

Nota. Reyna *et. al.* (2015), adaptada por los autores.

1.2.4.1.1. El secado por aspersión

El secado por aspersión es una operación unitaria mediante la cual un producto líquido es atomizado en una corriente de gas caliente para obtener un polvo instantáneamente, el gas generalmente usado es aire y más raramente un gas inerte como nitrógeno; el líquido inicial alimentado al aspersor puede ser una solución, una emulsión o una suspensión (Esquivel, Ochoa y Rutiaga, 2014).

Esquivel et al. (2015) cita a Ferrari *et. al.* (2012), los cuales refieren acerca de la calidad de los polvos producidos por secado mediante aspersión depende de las características de la solución alimentada (viscosidad, velocidad de flujo, etc.), el aire de secado (temperatura, presión y flujo), contacto entre el aire caliente y las gotas en la cámara de secado (flujo en corrientes paralelas o contra corriente), así como el tipo de atomizador utilizado.

1.2.4.1.2. Extrusión

La extrusión es un proceso continuo que involucra el trabajo y la compresión sobre un material para formar una masa semi sólida, que en determinadas condiciones controladas es forzada a fluir a través de una abertura restringida (Madai, Pino y Pérez , 2011).

Según Madai, *et. al.* (2011), en este proceso se combinan una serie de operaciones unitarias que incluyen mezclado, amasado, cizallamiento, calentamiento, enfriamiento y conformación. Debido a que la extrusión se realiza bajo condiciones de poca humedad, el producto resultante requiere muy poco o no requiere secado para alcanzar humedades seguras para el almacenamiento.

Las altas temperaturas del proceso pasteurizan efectivamente el producto, lo cual incrementa su estabilidad, pues es equivalente a casi una esterilidad "comercial". Estas mismas altas temperaturas también inactivan los factores anti-nutritivos existentes en los ingredientes

alimenticios crudos, tales como la soya y desnaturalizan enzimas que pudieran reducir su vida de anaquel, estabilidad y calidad (Madai, *et. al.*, 2011).

1.2.4.1.3. La polimerización interfacial

En la polimerización interfacial se disuelve un monómero hidrofóbico con capacidad de formar polímeros en un material activo hidrofóbico, lo que provoca que la mezcla se disperse en una fase polar mientras un catalizador genera la polimerización del monómero, hace insoluble al polímero en la sustancia activa hidrofóbica y se deposita como cubierta de la sustancia activa (Reyna *et. al.*, 2015).

Algunos polímeros utilizados como material de recubrimiento son las poliamidas, poliuretanos y nylon; los cuales son ampliamente utilizados para preparar micro cápsulas de proteínas, farmacéutico, entre otros. Existen reportes sobre la obtención de micro esferas de ácidos carboxílicos por polimerización interfacial con cubierta estructurada dura de Fe₃O₄/PS-PAA. Dichas micro cápsulas exhiben superparamagnetismo y magnetización de alta saturación, lo que las convierte en candidatas promisorias de su aplicación para bio separación, liberación de fármacos y biocatálisis Jiang *et. al.* (2012) citado por Reyna *et. al.* (2015).

1.2.4.1.4. La inclusión molecular

Nunes y Mercadante (2007); Hill *et. al.* (2013), detallan acerca de la inclusión molecular que, es definida como una nueva asociación supramolecular de un ligando (material encapsulado) dentro de un sustrato con una cavidad (agente encapsulante) por enlaces de hidrógeno y/o fuerzas de van der Waals; siendo la ciclo dextrina es uno de los materiales encapsulante más

utilizados, sobre todo para proteger saborizantes y otros ingredientes termolábiles en los alimentos, vitaminas y aceites (Reyna *et al.*, 2015).

1.2.4.1.5. Coacervación

La coacervación es un método fisicoquímico de separación de fases en el cual el soluto polimérico separado en pequeñas gotas constituye el coacervado y la otra fase sin polímero es llamada solución de equilibrio (Reyna *et al.*, 2015).

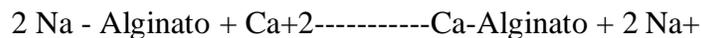
Es un proceso básico de formación que se da a la pared de la cápsula, existen dos métodos disponibles, que son coacervación simple y compleja. El mecanismo de la formación de micro cápsulas para los dos procesos son similares, excepto por la forma en que se lleva a cabo las distintas separaciones de fases (Toctaquiza, 2018).

Swapan Kumar Ghosh (2006), señala, para la coacervación simple se agrega un agente de solvatación para la separación de fases, mientras que el otro método de coacervación compleja implica la complejidad entre dos polímeros cargados opuestamente (Toctaquiza, 2018).

1.2.4.1.6. Gelificación iónica

La formación de la pared de las cápsulas tiene lugar por una reacción de gelificación iónica entre un ión de carga opuesta y un polisacárido. La metodología comprende en suspender el principio activo en una disolución acuosa de alginato de sodio (Salas, 2019). Dicha suspensión se hace gotear sobre una disolución acuosa de cloruro cálcico en agitación. Se forma así cubiertas de alginato cálcico que son insolubles y permeables (Kurozawa y Dupas, 2017 citado por Salas, 2019).

Salas (2019) menciona acerca de la reacción de gelificación, es la siguiente:



Es un método de encapsulación que se puede realizar mediante el uso de procedimientos: Atomización, goteo (coextrusión, extrusión) o pulverización electrostática, muestra el proceso de gelificación del Alginato de sodio y la estructura en "caja de huevo (Figura 4)

Para Moura *et. al.* (2017), este método tiene la ventaja de utilizar condiciones no agresivas, no emplea altas temperaturas, agitación vigorosa o disolventes orgánicos, lo que permite la encapsulación de sustancias que se degradarían en otras condiciones (Salas, 2019).

Esta técnica consiste en agregar un volumen de solución, por cada cuatro volúmenes de material encapsulante y mezclar a temperatura ambiente.

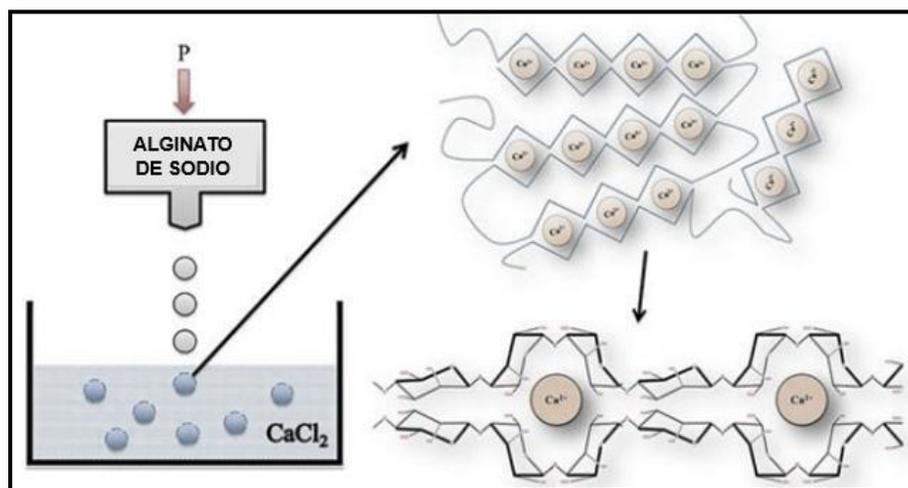


Figura 4. Proceso de gelificación del alginato de sodio y estructura en "caja de huevos" del calcio. , recuperada de Kurozawa y Dupas (2017) citado por Salas (2019).

A continuación, la solución se coloca en una jeringa u otro dejando gotear el concentrado en una solución de cloruro de calcio en agitación continua, las cápsulas se mantendrán durante 30 min en la solución a temperatura ambiente y luego se filtran (Salas, 2019).

1.2.4.2. Materiales encapsulantes

Ghosh s.K. (2006), señala acerca del material de recubrimiento o agente encapsulante se define como un material o compuesto que forma una capa delgada sobre una superficie (Castañeta, Gemio, Yapú, Nogales y Jorg, 2011).

Esta capa puede ser orgánica, inorgánica o ambas. Los cobertores orgánicos en general contienen pigmentos, extensores y otros aditivos como catalizadores, absorbentes, modificadores y antioxidantes (Castañeta *et. al.*, 2011).

Los materiales de recubrimiento se usan justamente para proteger una sustancia o un objeto de la humedad atmosférica, luz ultravioleta, etc., así como para decorar o embellecer las pinturas, o la combinación de ambos. En realidad esta última parte nos da la información que el material cobertor posee una “funcionalidad” adicional, como ser, autor regenerativo, auto limpiante, percepción suave, antibacteriano, anticorrosivo y otros (Castañeta *et. al.*, 2011).

Existen diferentes materiales utilizados para formar la matriz de encapsulación (Tabla 4), entre los cuales se consideran importantes los derivados de celulosa, lípidos, proteínas, gomas, carbohidratos y algunos materiales inorgánicos (Reyna *et. al.*, 2015).

Tabla 4

Sustancias más utilizadas como recubrimiento en la encapsulación

Tipos de cobertura	Cobertura específica
Gomas	Agar, alginato de sodio, carragenina, goma arábiga
Carbohidratos	Almidón, dextranos, sacarosa, jarabes de maíz
Celulosas	Etilcelulosa, metilcelulosa, acetilcelulosa, nitrocelulosa, carboximetil-celulosa
Lípidos	Ceras, parafinas, diglicéridos, mono glicéridos, aceites, grasas, ácido esteárico, trisetearina
Proteínas	Gluten, caseína, albúmina
Materiales inorgánicos	Sulfato de calcio, silicatos

Nota. Reyna *et. al.* (2015).

1.2.4.2.1. Lípidos

En cuanto a los encapsulantes lipídicos se encuentran la grasa láctea, lecitinas, ceras, ácido esteárico, mono glicéridos, diglicéridos, parafinas, aceites hidrogenados como el aceite de palma, algodón y soya; estos son buenos formadores de películas puesto que pueden cubrir partículas individuales, proporcionando una encapsulación uniforme (Yáñez *et. al.*, 2002; citado por Flores , 2017).

1.2.4.2.2. Proteínas

Son alimentos hidrocoloides ampliamente utilizados como microencapsulantes, por ejemplo: proteínas alimenticias como caseinato de sodio, proteína de lacto suero, aislados de proteína de ceras, caseína, soya, trigo, grasas proteínas gluten, caseína, grenetina, albúmina, gelatina (Flores, 2017; Castañeta *et. al.*, 2011).

1.2.4.2.3. Carbohidratos

Empleados frecuentemente en la micro encapsulación, dentro de este amplio grupo se encuentran los Agar, alginato de sodio, carragenina, goma arábica, Almidón, dextranos, sacarosa, jarabes de maíz, etc.(Reyna *et. al.*, 2015; Flores, 2017).

1.2.4.2.3.1. Alginato de Sodio

El alginato es un agente encapsulante de grado alimentario utilizado en la encapsulación de sustancias debido a su capacidad de formar esferas, micro partículas, geles y nano partículas (Salas, 2019).

Los alginatos son polímeros, formadas por la unión de monómeros (monosacáridos) de tipo orgánico. Son polisacáridos que se encuentran en las paredes celulares de las algas pardas y también pueden ser producidos por bacterias no patógenas y fijadoras de nitrógeno como *Azetobacter vinelandii* (Salas, 2019).

El alginato permite obtener un gel estable y bio compatible. Químicamente, es un polisacárido lineal compuesto por bloques alternados de residuos de ácido α -L gulurónico (G) y β -D manurónico (M) (Figura 5) unidos mediante enlaces 1 \rightarrow 4 (Escobar, 2016).

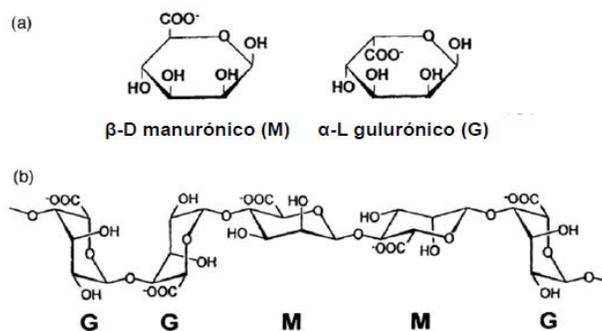


Figura 5. Estructura del polímero de alginato. a) Monómeros del alginato, b) Conformación de la cadena de alginato, recuperada de López (2012).

Según señala López (2012), se ha demostrado que el alginato tiene biodegradabilidad, biocompatibilidad y es atóxico. En general por los siguientes factores:

- **Temperatura:** En presencia de temperatura alta no hay gelificación porque las cadenas tienen exceso de energía y no se alinean para formar un gel.
- **pH:** A pH ácido aumentan la viscosidad y dependiendo de la cantidad de iones calcio disponible, puede gelificar a pH 5. La disminución del pH aumenta la eficacia del alginato ya que se precisa menos calcio libre en el medio para lograr su funcionalidad. A pH entre 3 y 3.2 el alginato es insoluble y precipita en forma de ácido algínico.
- **Presencia de proteínas:** A pH ácido y temperatura relativamente bajas los alginatos pueden desnaturalizar las proteínas.
- **Azúcares:** Niveles altos de azúcares solubles disminuyen la fuerza de gel.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de ejecución de la investigación

El trabajo fue desarrollado en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (En el laboratorio de: Tecnología de los alimentos) y en la Facultad de Ciencias Biológicas (En el laboratorio de Bromatología y Microbiología).

Las pruebas de evaluación sensorial fueron realizadas en las instalaciones de la Institución Educativa N° 10172 Isabel Núñez de Silva-Olmos.

2.2. Tipo de investigación

Investigación experimental y aplicada.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La materia prima será adquirida del faenamiento de las reses del camal municipal de la provincia de Lambayeque-Lambayeque.

2.3.2. Muestra

La muestra estará constituida por 10 Kg. de Bazo de res, la misma que fue acondicionada de forma correcta para los tratamientos posteriores.

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente

Es variable independiente la concentración de alginato de sodio (Tabla 5).

2.4.2. Variables dependientes

Son variables dependientes las cantidades de hierro (Tabla 5).

Tabla 5

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
V. Independiente		
Concentración de Alginato de sodio	Porcentaje (%)	1%, 2% y 3%
V. Dependiente		
Encapsulación de hierro	Hierro total (g/100g) Hierro biodisponible Estimado (mg/100 mg)	g /100 mg

Nota. Elaboración propia (2019)

2.5. Materiales prima e insumos

2.5.1. Materia prima e insumos

- Bazo de res
- Alginato de Sodio de grado alimentario.
- Cloruro de Calcio de grado alimentario.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Equipos e instrumentos

- Balanza semi analítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g.

- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g.
- Baño maría Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- Estufa marca Memmert electric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet de capacidad de balón de 250 ml
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Estufa Memmert de aire forzado UF de 30 L
- Espectrofotómetro marca UNICO MODELO S-2150UVE

2.6.2. Materiales

- Agitador de vidrio.
- Baguetas
- Balones de digestión
- Buretas de 10, 25 y 50 ml.
- Crisoles.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana.
- Equipo de titulación.
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 mL.
- Lunas de reloj
- Matraces de 100, 250 y 500 ml
- Placas petri
- Desecador
- Pinzas metálicas Mortero.

- Papel filtro.
- Papel tornasol
- Pipetas de vidrio

2.6.3. Reactivos y soluciones

- Ácido clorhídrico Q.P.
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Agua destilada.
- Acetato de Sodio Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.
- Ácido sulfúrico diluido: se mezcla cuidadosamente 1 volumen de ácido sulfúrico 98 % con 3 volúmenes de agua destilada.
- Ácido acético glacial (96%)
- Acetato de amónico de CH_3COONH_4
- Cloruro de hidroxilamonio $NH_2OH.HCl$
- Peroxodisulfato potásico $K_2S_2O_8$
- 1,10- fenantrolina $C_{12}H_9N_2O$
- Sulfato de amonio y hierro (II) hexahidratado $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ (Sal de Mohr).
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Tiosulfato de sodio $5H_2O$ Q.P.

2.6.4. Materiales e instrumentos para recolección de datos

- Libreta de notas
- Lapiceros
- Cámara fotográfica.
- Laptop
- USB
- Calculadora

2.7. Métodos de análisis

2.7.1 Análisis químicos proximal y microbiológico

Los siguientes métodos son los que se emplearon en el desarrollo del presente trabajo (Tabla 6 y 7).

Tabla 6

Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método
Numeración de aerobios mesofilos (UFC)	AOAC 990. 12 19th Edition. 2012. Aerobic plate
Determinación de coliformes (UFC)	AOAC 991. 14 19th Edition. 2012. Coliform and E. coli
Determinación de levaduras	NTE INEN 2085:2005
Determinación de mohos	NTE INEN 2085:2005
Determinación de Salmonella sp.	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15.

Nota. Elaboración propia (2019)

Tabla 7
Métodos de análisis químico proximal

Análisis fisicoquímico	Fórmula	Norma
Humedad	$\%HUMEDAD = P2 - P1Pm \times 100$	AOAC 923.03.1990
Materia seca	100 - % H	Por diferencia
Ceniza	$\%CENIZAS = C2 - C1Cm \times 100$	AOAC 923.03:1990
Proteínas	$\%N = 1.4 \times N \times V \times 100m$ $\%PROTEINA = \%N * Factor$ V= 50 ml H ₂ SO ₄ 0.1 N = gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N m= masa de muestra (g) Factor=	AOAC 920.87.1990.
Grasa	$\%GRASA\ CRUDA = m2 - m1m \times 100$ m = peso de la muestra m1 = tara de matraz solo m2 = peso matraz con grasa	AOAC (2005).920.39
Fibra	$\%Fibra = (P2 - P3P1) \times 100$ P1= peso de la muestra (g) P3= peso de las cenizas P2= peso de la muestra insoluble (g)	AOAC 923.03
Carbohidratos	$\%ELN = 100 - (\%P + \%H + \%L + \%G + \%C)$ %P = Proteína %G = Grasas %L = Lípidos %H = Humedad %C = Cenizas	Por diferencia
Energía (Kcal)	$\%E = \%ELN \times 4 + \%P \times 4.27 + \%G \times 9.02$ %ELN = Extracto libre de Nitrógeno (Carbohidratos) %P = Humedad %G = Grasas	Método de Atwater
Valor Nutritivo	$\%N = (2.4 \times \%G + \%ELN) / \%P$ %ELN = Extracto libre de Nitrógeno (Carbohidratos) %G = Grasas %P= Proteína	Método de Atwater
Determinación de hierro	$y = mx + b$ $A = \epsilon bc$ A = absorbancia ϵ = absortividad molar en unidades de L/(mol x cm) b = la longitud del paso de luz (Equivale al ancho de la celda) c = concentración molar del analíto	Método espectrofotométrico De batofenantrona

Nota. Aldaz y Tantalean (2019); Suarez, Riveros, Gonzales, Cristian y Pérez (2016, p.38), adaptado por los autores.

2.7.2 Análisis sensorial

Se desarrollaron porciones de gelatina con capsulas de vaso de res, siendo varias porciones entregadas a 15 niños entre 3 años y 5 años de la Institución Educativa N° 10172 Isabel Núñez de Silva del distrito de Olmos, de la provincia de Lambayeque, Lambayeque.

Se solicitó la autorización de la Directora de la I.E., Docentes y Madres de familia para llevar a cabo la evaluación sensorial. Con ayuda del Docente se indicó a los niños a marcar la cartilla de evaluación hedónica facial (Figura 6) que consta de 5 puntos desde 1 que indica me disgusta mucho hasta 5 me gusta mucho.

PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Gelatina fortificada con capsulas de vaso de res

Nota: Será dirigido por los testistas además de la ayuda del Docente

¿Te gusta lo que comiste?

Marcar con una "X" en la figura a continuación presentada para cada porción dada.

PRIMERA PORCIÓN

Muestra (A51)

Me disgusta Mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho

I

SEGUNDA PORCIÓN

Muestra (A52)

Me disgusta Mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho

TERCERA PORCIÓN

Muestra (A53)

Me disgusta Mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho

Figura 6. Ficha de respuesta de aceptabilidad sensorial, Quitral *et. al.* (2016), adaptado por los autores.

2.8. Metodología experimental

Realizamos un diseño experimental en base a las pruebas anteriores hasta llegar el punto ideal para poder trabajar las muestras sin tener ningún tipo de exceso de viscosidad, esto debido al exceso del material encapsulante (Figura 7 y 8).

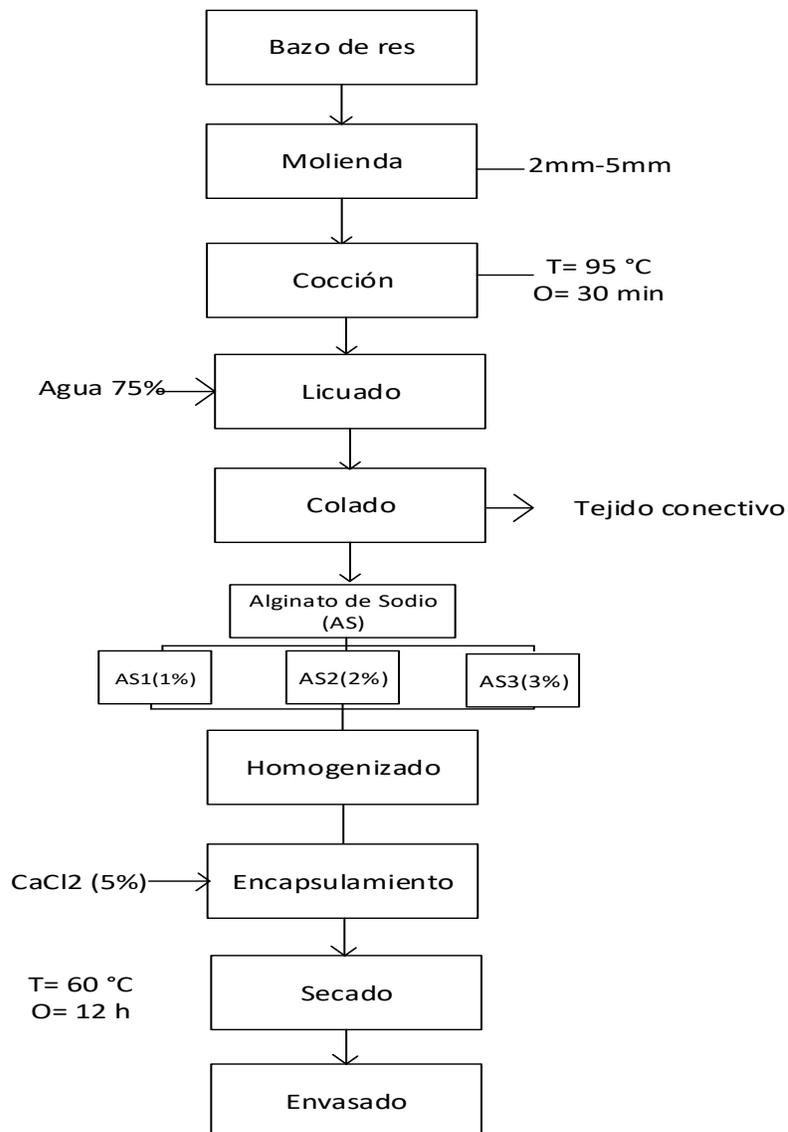


Figura 7. Esquema del diseño experimental para la encapsulación de bazo de res, elaboración propia (2019).

2.8.1. Obtención de las cápsulas de hierro

2.8.1.1. Recepción de materia prima

Al bazo de res se realizara los análisis físicos químicos y microbiológicos para saber las condiciones iniciales de la muestra.

2.8.1.2. Molienda y cocción

Se cortará en un molino de carne (2mm-5mm) para tener un mejor tamaño de partícula, y poder tener una mayor facilidad al momento de realizar la siguiente etapa, para posterior ser sometido a cocción con el objetivo de eliminar los microorganismos presentes así cómo ablandar el tejido del bazo de res.

2.8.1.3. Licuado

Se adicionará una cantidad de agua (1-3) con la finalidad de crear una pasta que facilite obtener una pasta y tener una mejor masa más homogénea.

2.8.1.4. Colado

Separaremos los restos de tejido conectivo que no hayan sido triturados.

Formulación de capsulas

2.8.1.5. Homogenizado

Se preparara las soluciones al 1%,2% y 3% de Alginato de Sodio en agua destilada, la cual estará en agitación continúa a 25°C, hasta lograr una solución homogénea, luego será agrega en solución de CaCl_2

Preparación de Solución de CaCl_2

Paralelo a esto se realizará una solución al 5% p/v de CaCl_2 y agua destilada, la cual estará en agitación continúa a 25°C, hasta lograr una solución homogénea y será

2.8.1.6. Secado

Las cápsulas obtenidas serán secadas en estufa a 60°C durante 12 h aproximadamente para determinarles contenido de hierro.

2.8.1.7. Envasado

Serán envasados en Bolsas de polietileno para su posterior análisis y aplicación.

2.8.2. Obtención de gelatina fortificada

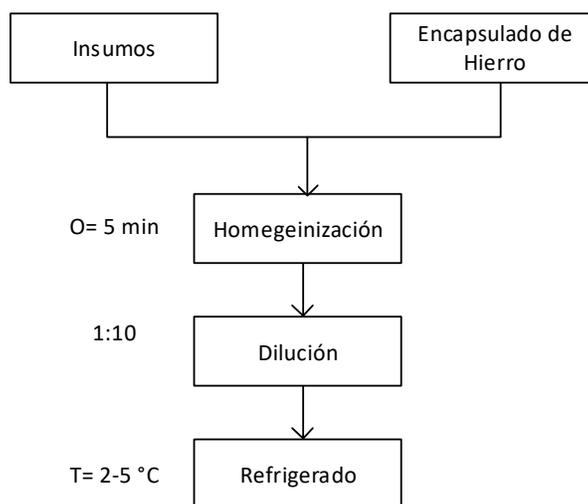


Figura 8. Diagrama de flujo para la aplicación de encapsulado de hierro en gelatina, elaboración propia (2019).

2.8.2.1. Insumos

Se realizará el pesado respectivo de cada componente para su posterior uso.

2.8.2.2. Homogenización

Se adicionará la azúcar blanca, el ácido fumárico HWS, Citrato de Sodio, Gelatina 280 Bloom y Montasweet 15746; además del encapsulado de hierro y serán mezclados hasta lograr una apariencia uniforme.

2.8.2.3. Dilución

Será diluido en agua caliente (1:10), para después ser vertido en moldes pequeños.

2.8.2.4. Refrigeración

Los pequeños moldes serán refrigerados entre temperaturas de 2 °C a 5 °C, para su posterior análisis sensorial.

2.9. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados con el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% y una prueba de Tukey para determinar las diferencias entre las formulaciones.

Se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics 22. El modelo estadístico que se siguió fue un modelo de diseño experimental al azar completamente aleatorio.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Diseño y formulación de capsulas de hierro

La formulación de materia prima e ingredientes de las cápsulas de hierro a partir de bazo de res, presenta la siguiente composición (Tabla 8).

Tabla 8

Composición de capsulas de hierro

Ingredientes	Formulaciones			
	MP1 (%)	MAS1 (%)	MAS2 (%)	MAS3 (%)
Bazo de res	25	25	25	25
Alginato de sodio	0	1	2	3
Agua	75	75	75	75

Nota. Elaboración propia (2019).

3.2. Evaluación químico proximal y microbiológico de los tratamientos

3.2.1. Evaluación microbiológica

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico (Tabla 9) en la muestra patrón (MP1) de las capsulas de hierro fueron evaluadas a pocas horas de haber sido hechas. Las cuales no recibieron ningún tipo de tratamiento térmico en comparación con las formulaciones hechas (MAS1, MAS2 y MAS3) siendo estas analizadas a los 15 días de haberse realizado el procedimiento de obtención de las capsulas.

Tabla 9

Determinación de criterios microbiológicos

Determinaciones	Formulación			
	MP1 ufc/ml	MAS1 ufc/ml	MAS2 ufc/ml	MAS3 ufc/ml
Mohos	30	0	0	0
levaduras	0	0	0	0
Aerobios mesofilos	$3 * 10^2$	$4 * 10^2$	$6 * 10^2$	$5 * 10^2$
Coliformes totales	$3 * 10^2$	60	70	60
Salmonella sp.	Ausencia 25g	Ausencia 25g	Ausencia 25g	Ausencia 25g

Nota. Resultado de los promedios de las repeticiones realizadas por el Informe microbiológico del Laboratorio de análisis Microservilab. Elaboración propia (2019).

Como se puede observar existe presencia de microorganismos en dichas muestras, siendo valores que se encuentran dentro del rango de acuerdo a la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01. “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” (Grupo alimentario X.4 carnes y productos cárnicos).

En la cual menciona límites para aerobios mesófilos mínimos (m) de 10^5 ufc/g y un máximo (M) de 10^7 ufc/g; *Echerichia coli* mínimos (m) de 50 ufc/g y un máximo (M) de $5 * 10^2$ ufc/g; y para *salmonella* con ausencia por cada 25g; estando los valores obtenidos dentro del rango establecido por la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01. Para el caso de Mohos y Levaduras obtenidos en esta investigación son resultados referenciales para tener en cuenta.

3.2.2. Evaluación químico proximal de los tratamientos

Tabla 10

Análisis químico proximal de las formulaciones de capsulas de hierro.

Parámetro	Formulación			
	MP1	MAS1	MAS2	MAS3
Humedad%	84.42	83.18	80.62	76.90
Proteína en base seca (%)	17.34	15.88	17.94	21.58
Grasa en base seca (%)	0.8	0.90	0.93	0.93
Cenizas en base seca (%)	0.37	0.57	0.53	0.70
Fibra cruda en base seca (%)	0	0	0	0
Carbohidratos (%)	0	0	0	0
Hierro (ppm)	179.27	149.33	150.93	167.07
Energía total (kcal)	81.26	75.93	84.99	100.54
Valor nutritivo	0.11	0.14	0.14	0.10

Nota. Resultado de los promedios de las repeticiones realizadas por el Informe de análisis químico proximal del Laboratorio de análisis Microservilab. Elaboración propia (2019).

Para las tres formulaciones (MAS1, MAS2 y MAS3) presentadas de las capsulas de hierro a partir del baso de res (Tabla 10), fueron evaluadas a través del análisis químico proximal para poder conocer su energía total y su valor nutritivo para poder facilitar su formulación en cualquier tipo de producto que se desee elaborar.

Cabe resaltar que la formulación MP1 fue usada como referencia para poder saber el comportamiento de los tratamientos y ver el comportamiento de las cápsulas al aplicarles los diversos tratamientos a las tres formulaciones (MAS1, MAS2 y MAS3).

Humedad: Las cápsulas MAS1, MAS2 y MAS3 presentaron un contenido de humedad con valores 83.18%; 80.62% y 76.9% con comparación la muestra patrón MP1 que presento 84.42 %; la cual en comparación con Hernández (2015) en dónde obtiene humedades entre 92.6 % y 81.1 % y Mendoza (2018) con un valor máximo de 93 %.

La facilidad para la rápida absorción de agua de las cápsulas de alginato de sodio se debe probablemente a la naturaleza hidrofilia del polímero de alginato además de la cantidad de proporción del material núcleo (Yang et al., 2013; Hernández 2015).

Proteína: En los resultados acerca de la cantidad de proteína se observa la muestra MAS3 presenta una mayor cantidad 21.58 % con respecto a los otros dos tratamientos que presentan MAS1 (15.88 %) y MAS2 (17.94 %); siendo estos valores próximos a lo que presenta la tabla peruana de composición de alimentos que referencia 18.9 % de proteína y saber así la efectividad de la utilización del alginato de sodio en la encapsulación; ya que no generó una pérdida excesiva en la proteína.

Energía: Para saber el aporte calórico (Kcal) los resultado de proteínas, grasa y carbohidratos son fundamentales para la determinación del aporte energético (Aldaz y Tantalean, 2019). Teniendo como resultado en las tres formulaciones 75.93; 84.99 y 100,54 kcal/100 g; y que según datos proporcionados por el Ministerio de Salud (MINSa) en su documento de trabajo acerca de los requerimientos de energía para la población peruana (2012) menciona un requerimiento de energía para niños de tres a seis años valores entre 1221 kcal y 1564 kcal respectivamente. Los valores obtenidos representan valores entre 4.88 % y 6.43 % de la energía menciona.

Valor nutricional: De acuerdo al valor medio de Atwater 3.8 señala acerca de la composición predominante del alimento, para valores < 3.8 indican alimentos ricos en proteína, mientras que valores >3.8 indica alimentos ricos en carbohidratos. En relación a los valores obtenidos de las tres repeticiones las muestras de MAS1 y MAS2 presentan 0.14 cada una en relación a la MAS3 que presenta 0,1 de la formulación.

Hierro

Según lo mencionado por Hernández (2015) los estudios de encapsulación de hierro-Hem (FeHem) con Alginato de Sodio son escasos impidiendo así la comparación de valores.

Algunas de las pocas encapsulaciones de FeHem se da utilizando eritrocitos bovinos deshidratados por atomización (EBDA) en los cuales Hernández (2015) obtiene rangos desde $0,47 \mu\text{g}$ de Fe/capsula hasta $5,49 \mu\text{g}$ de Fe/capsula y Mendoza (2018) en un rango de 164.06 mg hasta 448.43 mg; en las cuales incrementan las cantidades de hierro a mediada que agrega más EBDA a las formulaciones.

De acuerdo a las cantidades obtenidas se observa para las muestras MAS1 (149.33 ppm) y MAS2 (150.93 ppm); y la de mayor concentración promedio de hierro MAS3 que presenta 167.07 ppm existiendo una diferencia entre las otras dos muestras.

La cantidad de ingesta media de hierro que necesita un infante de 4 a 8 años es de 10 mg/día según RM N° 028-2015 del Ministerio de Salud (MINSA), cumpliendo con una cantidad moderada del 59.88 % ($8.35 \text{ mg}/100\text{g}$) del requerimiento del total de una porción de ingesta media.

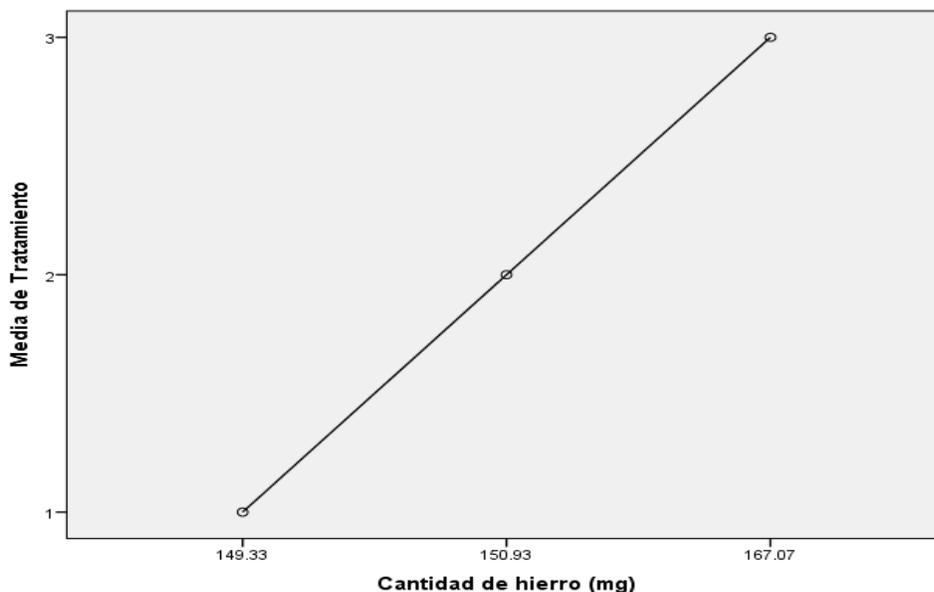


Figura 9. Comparación de cantidad de hierro (mg) de los tres tratamientos. Elaboración propia (2019).

3.3. Evaluación sensorial de los tratamientos

Para este caso se requirió infantes como panelistas; debido a ser los consumidores potenciales del producto (Izquierdo y Apaza, 2017, p.53), quienes para entender el procedimiento de prueba que se llevó a cabo con la ayuda de las docentes de la institución que fueron de vital importancia para la ayuda a responder lo planteado.

Cabe resaltar que para este tipo de panel (infantes) el único atributo que se midió fue del sabor, con las cartillas antes mencionadas (Fig. 6)

1. Planteamiento de hipótesis

H_0 : Las medidas de sabor de los tratamientos son iguales

H_1 : Las medidas de sabor de los tratamientos no son iguales

Nivel de significancia de $\alpha=0.05$

Comprobación de homogeneidad de varianzas

Donde:

H_0 : No existe diferencia entre varianzas

H_1 : Existe diferencia entre varianzas

Tabla 11

Prueba de homogeneidad de varianzas para atributo de sabor

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Sabor/ Gelatina fortificada			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
4.386	2	42	.019

Nota. Elaboración propia (2019)

Para la contratación de la hipótesis acerca de la igualdad de varianzas poblacionales observamos los datos en el estadístico de Levene (Tabla 11).

Donde detalla el nivel crítico (Sig.) es menor a 0.05; es por ello que se debe rechazar H_0 ; en donde existe diferencia entre varianza.

2. Estadísticos de prueba

Tabla 12

Prueba de efectos inter-sujetos para variable sabor

ANOVA					
Aceptabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.978	2	1.489	3.449	.041
Dentro de grupos	18.133	42	.432		
Total	21.111	44			

Nota. Elaboración propia (2019)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces se rechaza H_0

Conclusión: Debido a que el nivel de significancia es menor al 5 %, por lo tanto se rechaza H_0 , concluyendo que la formulación influye en la variable dependiente (Sabor).

La interpretación de esta tabla 13 en la columna de significación, es menor o igual a 0.05; observándose las diferencias entre la formulación 3 a diferencia de la 1 son significativas.

Tabla 13

*Prueba de comparaciones múltiples para atributo de sabor***Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Aceptabilidad / sabor de gelatina fortificada

HSD Tukey

(I) Gelatina fortificada con capsulas de Hierro	(J) Gelatina fortificada con capsulas de Hierro	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
MAS1	MAS2	-.1333	.2399	.844	-.716	.450
	MAS3	-.6000*	.2399	.042	-1.183	-.017
MAS2	MAS1	.1333	.2399	.844	-.450	.716
	MAS3	-.4667	.2399	.139	-1.050	.116
MAS3	MAS1	.6000*	.2399	.042	.017	1.183
	MAS2	.4667	.2399	.139	-.116	1.050

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Elaboración propia (2019)

Tabla 14

*Prueba de comparaciones de medias de Tukey para sub conjuntos homogéneos***Aceptabilidad**

HSD Tukey

Gelatina fortificada con capsulas de Hierro	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
MAS1	15	4.200	
MAS2	15	4.333	4.333
MAS3	15		4.800
Sig.		.844	.139

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.

Nota. Elaboración propia (2019)

Para el resultado de comparación de medias de Tukey, se observa la diferencia entre la formulación MAS3 y las otras dos formulaciones (MAS1 Y MAS2).

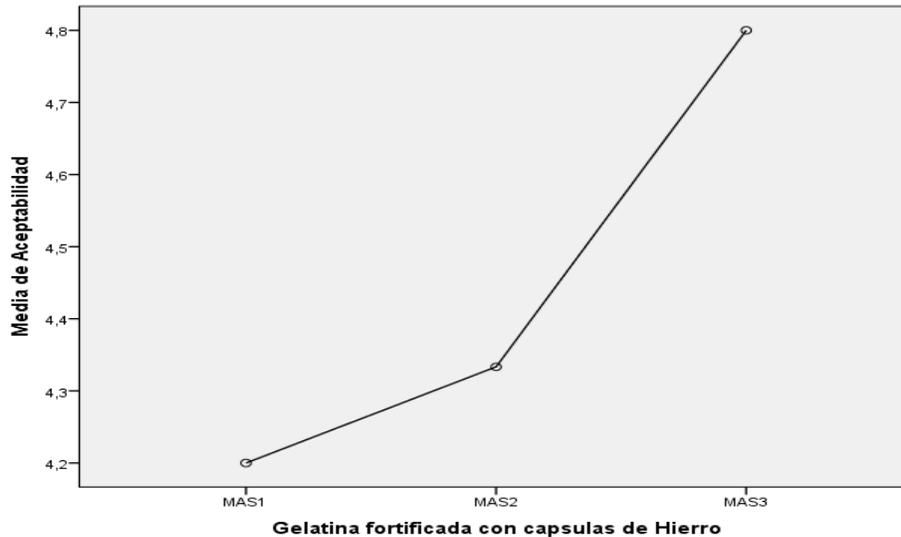


Figura 10. Comparación de atributo de aceptabilidad de sabor de gelatina fortificada. Elaboración propia (2019).

Según Mamani y Quiroz (2017), el factor diferenciador entre un alimento y otro está en el sabor, con respecto a esto se observa a la figura 10 la aceptabilidad de cada uno de los tratamientos MAS1, MAS2 y MAS3 que están en el eje “x”, y el valor matemático de la aceptabilidad en escala del 1 al 5 están en el eje “y”, aunque esta solo detalla los datos desde 4.2 a 4.8. El tratamiento de mayor aceptabilidad es la MAS3 que presenta una calificación más alta en comparación a las demás.

IV. CONCLUSIONES

- La concentración de alginato de sodio con mayor retención de hierro fue la MAS3 con un cantidad de 167.07 ppm, permitiendo una obtener también una aceptabilidad sensorial en la gelatina fortificada con 5/5 puntos sobre la escala hedónica con una puntuación de “me gusta mucho”.
- Se caracterizó los tres tratamientos tanto los análisis químicos proximales, así como también los microbiológicos; obteniendo un alimento rico hierro y proteína. Y para el análisis microbiológico cumpliendo los tres tratamientos con lo establecido por la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano respectivamente.
- Logramos determinar los parámetros óptimos de procesamiento de las capsulas de hierro a partir de baso de res, en la cual a lo largo de la investigación se tuvo que ajustar de acuerdo al comportamiento de nuestros equipos disponibles y asegurar el óptimo resultado de los tratamientos.
- Se pudo evaluar los resultados de los tres tratamientos estadísticamente con un nivel de confianza del 95 %, para lograr discriminar de manera acertada el mejor tratamiento que en nuestro caso fue MAS3, presentando mejores resultados en comparación a los otros tratamientos.
- Llegamos a caracterizar la evaluación sensorial siendo la más aceptada la MAS3, con una aceptación sensorial de 5 puntos por los niños de la Institución Educativa N° 10172 Isabel Núñez de Silva del distrito de Olmos, de la provincia de Lambayeque, Lambayeque.

V. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un estudio de pre factibilidad para el desarrollo del producto con el fin de proporcionar una opción a la desnutrición que aqueja nuestro país.
- Utilizar otro tipo de secado disponible como liofilización o atomización, debido a que es una tecnología moderna y puede facilitar el proceso productivo.
- Realizar estudio de vida útil del producto para poder estimar verdaderamente un tiempo de vida aproximado del producto, así como aplicarlo su uso en otros alimentos.
- Utilizar el envasado al vacío para preservar de mejor manera las muestras y evitar el rápido deterioro del alimento.
- Determinar nuevos parámetros de procesamiento del producto, facilitando así un tiempo menor de procesamiento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Adolfo, R., y Huertas, P. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos Food Microencapsulation: A Review. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, 63(2), 5669–5684.
- Alayo (2018). El Perú no se cura de la anemia: 43% de menores de 3 años la padece. El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/juntos-contranemia/ultimas/peru-cura-anemia-informe-noticia-515093-noticia/>
- Aldaz, A. y Tantalean, M. (2019). Efecto de la proporción de avena (*Avena sativa*), cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y macambo (*Theobroma bicolor*) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética (Tesis de Grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú
- AOAC. Official methods 943.02. pH of flour: Potentiometric method, Official Methods of Analysis of AOAC International.
- AOAC. Official methods 1999. Moisture content, Official Methods of Analysis of AOAC International.
- Castañeta, H., Gemio, R., Yapu, W. y Nogales, J. (2011). Micro encapsulación, un método para la conservación de propiedades fisicoquímicas y biológicas de sustancias químicas. Revista Boliviana de Química, 28 (2), p.135-140.
- Cochevare, S. y Sánchez, R. (2015). Pan dulce enriquecido con harina de *chenopodium pallidicaule* (cañihua) y extracto de bazo de ganado vacuno (tesis de grado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Lima, Perú.

- Corrales, L; Parra, B; Maldonado, J y Burgos, L. (2011). Moléculas que participan en el transporte de hierro materno – fetal de hierro: importancia del receptor 1 de transferrina y de la ferroportina en la placenta humana. *Latreia*, vol. 24(1), 41-50 Recuperado de |
- Duran, E., Villalobos, C., Churio, O., Pizarro, F. y Valenzuela, C. (2017). Encapsulación de hierro: Otra estrategia para la prevención o tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro, *Revista Chilena de Nutrición*, 44(3). Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182017000300234
- Duran, E. (2018). Elaboración y caracterización de matrices comestibles cargadas con hierro como una potencial alternativa de suplementación oral para cerdos (Memoria para optar título profesional de médico veterinario). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159258>
- Escobar, A. (2016). Evaluación de la protección y liberación del extracto de bugambilia (*bougainvilleasp.*) encapsulado en perlas de alginato y almidón de maíz (Tesis de grado). Universidad autónoma del estado de México, Estado de México.
- Esquivel González, B.E.; Ochoa Martínez, L.A.; Rutiaga-Quiñones, O.M. Micro (2015). Encapsulación mediante secado por aspersion de compuestos bioactivos *Revista Iberoamericana de Tecnología Post cosecha*, vol. 16, núm. 2, pp. 180-192 Asociación Iberoamericana de Tecnología, S.C. Hermosillo, México.

- Fernández, L., Ros, G y Frontela, C. (2015). Nutrientes clave en la alimentación complementaria: el hierro en formulas y cereales. *Acta Pediátrica Española*, 73(10), 269 – 276. Recuperado de file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Nutricion_Hierro_en_formulas_y_cereales.pdf
- Flores-Tique, Y. (2017). Evaluación del efecto antimicrobiano del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) aplicado en el pan molde en micro encapsulado y pulverizado. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
- García, Y., Gonzales, R., García, A., Ángeles, C., Carmona, A., Cárdenas, R. (2013). Efecto de la suplementación con diferentes fuentes de hierro durante la recuperación de ratas anémicas. *CENIC Ciencias Biológicas*, 44(3), 14-16 Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302002.pdf>
- Grandy, G., Weisstaub, G y López de Romaña. (2010). Deficiencia de hierro y zinc en niños, *Rev Soc Bol Ped*, 49(1), 25 – 31 Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752010000100005
- Hasanvand, E., y Rafe, A. (2018). Characterization of Flaxseed Gum / Rice Bran Protein Complex Coacervates Characterization of Flaxseed Gum / Rice Bran Protein Complex Coacervates. *Springer US*, 13(August), 387–395. <https://doi.org/10.1007/s11483-018-9544-5>
- Hernández, V. (2015). Encapsulación de hierro hemínico en cápsulas de alginato de sodio como suplemento oral para cerdos neonatos: Estudios in vitro (Tesis de Grado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018). Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar. Recuperado de: https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2018/ppr/Indicadores_de_Resultados_de_los_Programas_Presupuestales_ENDES_Primer_Semestre_2018.pdf.

Izquierdo, Y. y Apaza, K. y (2017). Valor nutritivo y aceptabilidad de la fortificación de galletas a base de harina de trigo (*triticum aestivum*), harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y bazo de res, para escolares, Arequipa 2017 (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.

Ledesma, N. y Nelva, E. (2011). Utilización de diferentes niveles de bazo de bovino (4, 8, 12, 16%) como antioxidante en la elaboración de mortadela corriente (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

López, A. (2012). Desarrollo de sistemas de encapsulación compuestos para la protección de extractos antioxidantes de yerba mate (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Madai, B.; Jorge, A.; Pino y Pérez, W. (2011). Instituto de investigaciones para la Industria Alimentaria, Carretera al Guatao, km 3 ½, La Habana, C.P. 19 200, Cuba.

Mendoza, C. (2018). Micro encapsulación de hierro por medio de coacervación para la adición en alimentos evitando el resabio (Tesis de maestría). Universidad autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México.

MIDIS (2018). Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. Plan Multisectorial de Lucha Contra la Anemia. Tarea Asociación Grafica Educativa.

Mamani, R. y Quiroz, J. (2017). “Investigación para la cuantificación de ácido ascórbico en la elaboración de una bebida de noni (*Morinda citrifolia*) con maracuyá (*Passiflora edulis*)”. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa. Perú. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2415/IAmapurz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Visitada el 4/01/18.

MINSA. (2017). Ministerio de Salud. Documento Técnico, Plan Nacional para la reducción y control de la anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017 – 2021. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>

Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 8va. Edición. Lima: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición; 2009.

Ministerio de Salud, Ministerio de Salud Dirección General de Intervenciones Estratégicas en Salud Pública. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en niñas, niños y adolescentes en establecimientos de salud del primer nivel de atención. MINSA, 2016.

Ministerio de Salud (2012). Requerimientos de energía para la población peruana (Documento de trabajo). Lima, Perú: MINSA.

Nava, E.; Michelena, G.; Lliná, A.; Martínez, J. (2015). Micro encapsulación de componentes bioactivos Investigación y Ciencia, vol. 23, núm. 66, septiembre-diciembre, 2015, pp. 64-70. Universidad Autónoma de Aguascalientes Aguascalientes, México.

Nils, M. (2012). Fisiopatología e impacto de la deficiencia de hierro y la anemia en las mujeres gestantes y en los recién nacidos/infantes. Revista Peruana de Ginecología y

Obstetricia, 58(4). Recuperado de:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322012000400009

NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Ortiz, F. (2016). Encapsulación de *Lactobacillus plantarum* en Alginato (Tesis de Maestría). Universidad Veracruzana, Xalapa de Enriquez, Veracruz, México.

Que, T., Dise, M. E. N., Josu, C., y Meneses, M. (2018). *Universidad autónoma de querétaro*.

Quitral, V., Atalah, E., Jara, M., Echevarría, F., Vivanco, J. y López, X. (2016). Acceptability and satiety study of cereal bars high in dietetic fiber in schoolage children of a Chilean rural school. *Rev Chil Nutr* Vol. 43, N°1, 2016, pp.68-74. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Reyna, N., Álvarez, M., Hernández, M., y Luis, J. (2015). *Resumen Palabras clave*. 4412.

Reporte de políticas de salud. Colegio médico del Perú. Consejo regional III. (2018). La anemia en el Perú ¿Qué hacer? Recuperado de <https://cmplima.org.pe/wp-content/uploads/2018/06/Reporte-Anemia-Peru-CRIII.pdf>

Resolución Ministerial N° 028-2015. Aprobar la Guía Técnica "Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Anemia por Deficiencia de Hierro en Niñas, Niños y Adolescentes en Establecimientos de Salud del Primero Nivel de Atención", que en documento adjunto forma parte de la presente Resolución Ministerial. Disponible en:

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/196981/195701_RM028-2015-MINSA.PDF20180904-20266-18pzom7.PDF.

Saavedra, P. (2010) Efecto del calcio sobre la absorción de hierro hemínico en humanos (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131372>

Salas, J. (2019). Encapsulación del ácido ascórbico y compuestos fenólicos del extracto de tumbo serrano (*Passiflora mollissima H.B.K.*) en alginato de sodio mediante gelificación iónica (Tesis de Grado). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

Serpa, A., Vélez, L., Barajas, J., Castro, C. y Zuluaga, R. (2015). Compuestos de hierro para la fortificación alimentos: el desarrollo de una estrategia nutricional indispensable para países en via de desarrollo. *Agroindustria y ciencia de los alimentos*, 65(4), 340 – 353. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n4.50327>

Suarez, Riveros, Gonzales, Cristian & Pérez (2016). Caracterización químico energética de dos variedades de queso fresco, haciendo uso del factor atwater y calorimetría. Vol 24, No 38 (2016), *Revista Alimentos Hoy* -p.37

Svarch, E. (2015). Anemia por deficiencia de hierro en el lactante. *Revista Cubana de Pediatría*, 87(4), 395 – 398 Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312015000400001

Toctaquiza, A. (2018). Microencapsulación de apigenina mediante coacervación compleja. (Tesis de Grado). Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Tostado, T; Benítez, I; Pinzón, A; Bautista, M; Ramírez, J. (2015). Actualidades de las características del hierro y su uso en pediatría. *Acta Pediatr Mex*, 5(36), 189 – 200.

Toxqui, L. (2014). Relación entre el estado del hierro y el remodelado óseo y efectos metabólicos del consumo de un alimento fortificado con hierro y vitamina D en mujeres con predisposición a anemia (Tesis Doctoral). Recuperado de <https://eprints.ucm.es/25872/1/T35391.pdf>

Toxqui, L. et al (2010). Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 25(3), 350 – 356. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000300003

Valencia, E., Ronayne, P. y De Pórtela (2013). Academia Nacional De Farmacia Y Bioquímica. *Revista Farmacéutica*, 155, 28 – 30. Recuperado de <http://www.anfyb.com.ar/wp-content/uploads/2016/07/REVISTA-155-2013.pdf>

YANG, Y.; DI PASQUA, A.; HE, W.; TSAI, T.; SUEDA, K.; ZHANG, Y.; JAY, M. (2013). Preparation of alginate beads containing a prodrug of diethylenetriaminepentaacetic acid. *Carbohydr. Polym.* 92:1915-1920.

VII. ANEXOS:

ANEXO 1

Formato de evaluación sensorial

PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE:

FECHA: 07/10/2019

NOMBRE DEL PRODUCTO: Gelatina fortificada con cápsulas de vaso de res

Nota: Sera dirigido por los tesisistas además de la ayuda del docente.

¿Te gusto lo que comiste?

Marcar con una "X" en la figura a continuación presentada para cada porción dada.

PRIMERA PORCIÓN

Muestra (AS1)

				
Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta Mucho

SEGUNDA PORCIÓN

Muestra (AS2)

				
Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta Mucho

PRIMERA PORCIÓN

Muestra (AS1)

				
Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta Mucho

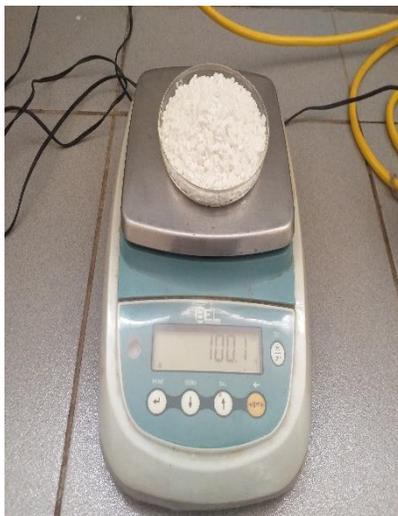
ANEXO 2**Fotografías**

Figura 11. Materia prima (bazo de res, alginato de sodio, cloruro de calcio), Elaboración propia (2019).

Fotografías



Figura 12. Obtención de cápsulas de hierro, Elaboración propia (2019)

Fotografías



Figura 13. Evaluación sensorial, Elaboración Propia (2019).

Fotografía



Figura 14. Análisis fisicoquímicos, Elaboración propia (2019)

ANEXO 3

Especificación técnica del Alginato de Sodio

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

ALGINATO DE SODIO

**1. Descripción**

Polisacárido complejo de cadena larga, obtenido a partir de algas pardas (*Macrocystis pyrifera*)

2. Aplicación

Productos lácteos, salsas, helados, frutas y vegetales, y otros productos cárnicos.

3. Propiedades

Soluciones bajas (0,15% a 0,4%) de ALGINATO DE SODIO estabilizan emulsiones, suspensiones y espumas. Concentraciones mayores y en presencia de iones (principalmente calcio) forman geles de tipo químico, no reversibles al calentarlos y de dureza variable según los pesos moleculares de los polisacáridos componentes.

4. Dosis

0.3 – 1.5 % En general.

6. Presentación

Sacos multipliego, papel kraft y bolsa interna de polipropileno. Peso neto 25 Kg.

7. Condiciones de almacenamiento

Almacenar en lugar fresco y seco, a temperatura ambiente protegido de la luz solar.

8. Vida útil

1 año

9. Características fisicoquímicas

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Apariencia		Polvo blanco crema.
Humedad	%	≤ 15.0
Tamaño de partícula		95% pasa 180 malla
Fuerza de gel (1.5%, 0.2% KCl)	(g/cm ²)	≥ 720
Viscosidad (1% Solución)	m.Pas	500.0 – 600.0
pH (1%)		7.1 ± 0.6

10. Características microbiológicas

MICROORGANISMO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Recuento Total De Placas	UFC/g	≤ 3000
Salmonella SPP	---	Negativo en 25g
E. Coli	---	Negativo en 1g

11. Información Nutricional

ELEMENTO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Energía	Kcal	0
Proteínas	g	---
Carbohidratos Totales	g	---
Total Grasa	g	---
Fibra	g	67

12. Metales pesados

ELEMENTO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Plomo	ppm	≤ 4.0
Arsénico	ppm	≤ 2.0

La información y recomendaciones contenidas en este documento son correctas a nuestro saber y entender. Sin embargo, no debe interpretarse como una garantía respecto al uso o la eficacia. El usuario debe realizar sus propias pruebas para determinar la idoneidad de nuestro producto para sus fines específicos.

MIXO LAB PERÚ
(511) 989 997 265
@MIXOLABPERÚ

Figura 15. Especificación técnica del Alginato de Sodio, Mixolab (2019).

ANEXO 4

Resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos

3 MUESTRAS		
I. DATOS DE LA MUESTRA		
Nombre	:	Visceras
Naturaleza del envase	:	Plástico
Código	:	MP1
II. RESULTADO DEL ANALISIS		
1. Determinación de criterios microbiológicos		
• Mohos	(ufc/ml)	: 30 ufc/ml
• Levaduras	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• <i>Salmonella sp</i>	(Ausencia/25g)	: Ausencia 25 g
• Coliformes totales	(ufc/ml)	: 2 10 ² ufc/ml
• Aerobios mesofilos	(ufc/ml)	: 4 10 ² ufc/ml
2. Determinación de criterios microbiológicos		
• Humedad	(%)	: 83.05 %
• Grasa	(%)	: 0.7 %
• Ceniza	(%)	: 0.3 %
• Proteína	(%)	: 15.75 %
• Hierro	ppm	: 165.6 ppm
• Valor calórico	Kcal	: 86.04 kcal
• Valor nutritivo		: 0.11
I. DATOS DE LA MUESTRA		
Nombre	:	Visceras
Naturaleza del envase	:	Plástico
Código	:	MP2
II. RESULTADO DEL ANALISIS		
1. Determinación de criterios microbiológicos		
• Mohos	(ufc/ml)	: 40 ufc/ml
• Levaduras	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• <i>Salmonella sp</i>	(Ausencia/25g)	: Ausencia 25 g
• Coliformes totales	(ufc/ml)	: 4 10 ² ufc/ml
• Aerobios mesofilos	(ufc/ml)	: 3 10 ⁴ ufc/ml
2. Determinación de criterios microbiológicos		
• Humedad	(%)	: 84.35 %
• Grasa	(%)	: 0.8 %
• Ceniza	(%)	: 0.4 %
• Proteína	(%)	: 14.87 %
• Hierro	ppm	: 176.3 ppm
• Valor calórico	Kcal	: 67.16 kcal
• Valor nutritivo		: 0.13

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Visceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M1C

II. RESULTADO DEL ANALISIS**1. Determinación de criterios microbiológicos**

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 60 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $5 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 86.85 %
- Grasa (%) : 0.9 %
- Ceniza (%) : 0.5 %
- Proteína (%) : 12.25 %
- Hierro ppm : 146.4 ppm
- Valor calórico Kcal : 53.8 kcal
- Valor nutritivo : 2.29

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Visceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M3C

II. RESULTADO DEL ANALISIS**1. Determinación de criterios microbiológicos**

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 60 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $3 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 70.0 %
- Grasa (%) : 1.1 %
- Ceniza (%) : 1.2 %
- Proteína (%) : 28.0 %
- Hierro ppm : 197.9 ppm
- Valor calórico Kcal : 122.56 kcal
- Valor nutritivo : 0.16

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Vísceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M2A

II. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 50 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $8 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 78.65 %
- Grasa (%) : 1.0 %
- Ceniza (%) : 0.6 %
- Proteína (%) : 20.13 %
- Hierro ppm : 156.4 ppm
- Valor calórico Kcal : 90.12 kcal
- Valor nutritivo : 0.12

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Vísceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M3A

II. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 60 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $9 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 82.35 %
- Grasa (%) : 0.8 %
- Ceniza (%) : 0.4 %
- Proteína (%) : 16.63 %
- Hierro ppm : 147.9 ppm
- Valor calórico Kcal : 70.36 kcal
- Valor nutritivo : 0.057

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Visceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M1B

II. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 80 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $4 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 86.0 %
- Grasa (%) : 0.6 %
- Ceniza (%) : 0.3 %
- Proteína (%) : 14.0 %
- Hierro ppm : 145.7 ppm
- Valor calórico Kcal : 61.76 kcal
- Valor nutritivo : 0.11

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Visceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M2B

II. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 90 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $5 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 80.5 %
- Grasa (%) : 0.8 %
- Ceniza (%) : 0.5 %
- Proteína (%) : 17.5 %
- Hierro ppm : 149 ppm
- Valor calórico Kcal : 77.68 kcal
- Valor nutritivo : 0.11

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Vísceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M2C

II. RESULTADO DEL ANALISIS**1. Determinación de criterios microbiológicos**

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 80 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $3 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 82.7 %
- Grasa (%) : 1.0 %
- Ceniza (%) : 0.5 %
- Proteína (%) : 16.63 %
- Hierro ppm : 147.4 ppm
- Valor calórico Kcal : 76.12 kcal
- Valor nutritivo : 0.14

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Granulado de Vísceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M3B

II. RESULTADO DEL ANALISIS**1. Determinación de criterios microbiológicos**

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 70 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $5 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 78.35 %
- Grasa (%) : 0.9 %
- Ceniza (%) : 0.5 %
- Proteína (%) : 20.12 %
- Hierro ppm : 155.4 ppm
- Valor calórico Kcal : 89.12 kcal
- Valor nutritivo : 0.11

I. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Visceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : MP3

II. RESULTADO DEL ANALISIS**1. Determinación de criterios microbiológicos**

- Mohos (ufc/ml) : 20 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : $4 \cdot 10^2$ ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $3 \cdot 10^4$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 85.85 %
- Grasa (%) : 0.9 %
- Ceniza (%) : 0.4 %
- Proteína (%) : 13.13 %
- Hierro ppm : 195.9 ppm
- Valor calórico Kcal : 61.16 kcal
- Valor nutritivo : 0.16

9 MUESTRAS**I. DATOS DE LA MUESTRA**

Nombre : Granulado de Visceras
 Naturaleza del envase : Plástico
 Código : M1A

II. RESULTADO DEL ANALISIS**1. Determinación de criterios microbiológicos**

- Mohos (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- Levaduras (ufc/ml) : 0 ufc/ml
- *Salmonella sp* (Ausencia/25g) : Ausencia 25 g
- Coliformes totales (ufc/ml) : 60 ufc/ml
- Aerobios mesofilos (ufc/ml) : $4 \cdot 10^2$ ufc/ml

2. Determinación de criterios microbiológicos

- Humedad (%) : 76.7 %
- Grasa (%) : 1.2 %
- Ceniza (%) : 0.9 %
- Proteína (%) : 2.4 %
- Hierro ppm : 155.9 ppm
- Valor calórico Kcal : 95.52 kcal
- Valor nutritivo : 0.14