

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**Valores nutricionales y propiedades funcionales de la harina de sangorache
(*Amaranthus Hybridus* L.) a distintos tiempos de germinado**

Presentado por:

Nila Gamarra Taibe

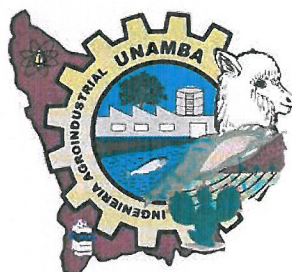
Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL




“TESIS”

“VALORES NUTRICIONALES Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA HARINA
DE SANGORACHE (*AMARANTHUS HYBRIDUS* L.) A DISTINTOS TIEMPOS DE
GERMINADO”

Presentado por **Nila Gamarra Taipe**, para optar el Título de:
Ingeniero Agroindustrial

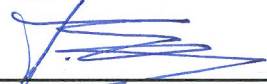
Sustentado y aprobado 02 de octubre 2020, ante el jurado evaluador:

Presidente:



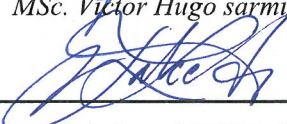
Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca

Primer Miembro:



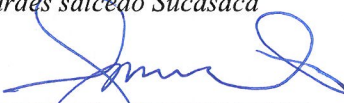
MSc. Victor Hugo Sarmiento Casavilca

Segundo Miembro:



Ing. Lourdes Salcedo Sucasaca

Asesor:



PhD. Fulgencio Vilcanqui Pérez



Agradecimiento

En primer lugar, doy gracias a Dios por guiarme a conseguir uno de mis objetivos.

Al vicerrectorado de investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por el apoyo financiero “II Concurso de Proyectos de Investigación Básica y Aplicada para Docentes con Financiamiento de Fondos Canon y Sobre Canon Minero y Regalías Mineras 2018”, proyecto: “Valores nutricionales y propiedades funcionales de semillas de germinadas de tarwi (lupinos mutabilis sweet) y amaranto (Amaranthus hybridus L.)” a cargo del Investigador Principal, PhD. Fulgencio Vilcanqui Pérez.

A toda la plana de docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial a la cual debo mi formación académica y profesional.

A mi familia, por el cariño, comprensión y soporte en todos los momentos, en particular a mis padres y hermanos.

A mi asesor de tesis, PhD. Fulgencio Vilcanqui Pérez por su valiosa asesoría, apoyo incondicional durante el desarrollo de la presente tesis. A los docentes parte del jurado calificador, PhD. Guadalupe Chaquilla Quilca presidenta, M.Sc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca primer miembro e Ing. Lourdes Salcedo Sucasaca segundo miembro. Por sus importantes sugerencias para la mejor redacción final de la tesis.



Dedicatoria

A mis padres: Santos Gamarra, Segundina Taipe, a mis hermanos (as); Freddy, Ronny, Petronila y Sandra, por el apoyo y motivación constante, por haberme inculcado valores que han posibilitado ser una persona cortés, encarar los obstáculos y salir adelante.



“Valores nutricionales y propiedades funcionales de la harina de sangorache
(*Amaranthus hybridus* L.) a distintos tiempos de germinado”

(Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la agroindustria)

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del Problema	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación.....	5
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.2.1 Objetivo general	7
2.2.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la investigación	7
2.2.3 Hipótesis general	7
2.2.4 Hipótesis específicas	7
2.3 Operacionalización de variables	8
CAPÍTULO III	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	9
3.1 Antecedentes	9
3.2 Marco teórico	12
3.2.1 Amaranto	12
3.2.1.1 Tipos de amaranto	12
3.2.1.2 Características nutricionales	13
3.3 Marco conceptual.....	13
3.3.1 Sangorache	13
3.3.1.1 Taxonomía	14
3.3.1.2 Semilla de sangorache	15
3.3.1.3 Composición química del sangorache	16
3.3.1.4 Calidad de la proteína del sangorache	17
3.3.2 Germinados	18
3.3.2.1 Aspectos nutricionales del germinado	18
3.3.2.2 Fases de la germinación	19
3.3.3 Propiedades funcionales	21
3.3.4 Reología de alimentos	22



3.3.4.1	Clasificación de fluidos	23
3.3.4.2	Ley de la potencia.....	25
3.3.4.3	Equipos de medición de la viscosidad.....	26
CAPÍTULO IV.....		27
METODOLOGÍA.....		27
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	27
4.2	Diseño de la investigación	27
4.3	Población y muestra.....	27
4.4	Procedimiento	27
4.5	Técnica e instrumentos	30
4.6	Análisis estadístico	33
CAPÍTULO V		35
RESULTADOS Y DISCUSIONES		35
5.1	Análisis de resultados	35
5.2	Contrastación de hipótesis	39
5.3	Discusión	40
CAPÍTULO VI.....		44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		44
6.1	Conclusiones.....	44
6.2	Recomendaciones	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		45
ANEXOS		49



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	8
Tabla 2. Composición proximal del amaranto y las gramíneas esenciales en (g/100g)	13
Tabla 3. Clasificación botánica del sangorache (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	14
Tabla 4. Descripción morfológica de la semilla de <i>Amaranthus hybridus</i> L.	15
Tabla 5. Capacidad vigorizante del sangorache (<i>Amaranthus hybridus</i> L.) en comparación con los cereales más importantes (bs)	16
Tabla 6. Rendimiento del germinado.....	35
Tabla 7. Contenido de proteína y digestibilidad in vitro de la proteína de la harina de sangorache germinado (bs).....	35
Tabla 8. Propiedades funcionales de harina de sangorache germinado.....	36
Tabla 9. Propiedades de consistencia de la harina de sangorache germinado.....	37



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de Sangorache (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	14
Figura 2. Semilla de Sangorache (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	15
Figura 3. Diagrama de secciones transversal(a) y longitudinal (b) de la semilla de amaranto	16
Figura 4. Etapas del germinado	20
Figura 5. Esquema de las fases de la imbibición de agua por una semilla durante la germinación de los cereales	21
Figura 6. Representación gráfica de un fluido newtoniano.....	23
Figura 7. Gráfico esfuerzo de corte versus la velocidad de corte.....	24
Figura 8. Gráfico de la viscosidad aparente versus a la velocidad de corte para fluido independiente del tiempo.....	25
Figura 9. Diagrama de flujo para obtención de harina germinada de sangorache	29
Figura 10. Curvas de consistencia del fluido centrifugado de la harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado A: esfuerzo de corte versus la velocidad de deformación; B: viscosidad aparente versus las revoluciones por minuto (RPM).....	38
Figura 11. Resumen del proceso de obtención de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.....	65
Figura 12. Resumen de digestión en enzima pepsina ácida de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.....	65
Figura 13. Resumen de evaluación de las propiedades funcionales de la harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.....	66
Figura 14. Resumen de análisis de viscosidad en harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.....	66



INTRODUCCIÓN

En nuestras zonas andinas tenemos semillas nativas sub explotados, que pueden ser productos primarios para la disposición en mezclas dirigidas para niños menores de edad y otros grupos, aplicándoles la biotecnología de la germinación, como ejemplo la quinua, kiwicha, kañiwa y otros.

Las semillas como la quinua, kañiwa y kiwicha son semillas preponderantes, por su utilidad elevada de actividad dietético y un elemento holgado de flavonoides que los pobladores de la comunidad agraria emplean como fuente de alimentos, también de la misma manera por sus características medicinales, además la harina ganada de la molienda de las semillas puede emplearse en panificación y pastelería artesanal aportando ingresos económicos con productos de alto valor nutricional (CRIOLLO *et al.*, 2010).

Aunque, todas sus propiedades nutricionales como de la quinua, kañihua, kiwicha y otros no se hallan completamente de fácil acceso, es decir que no es preciso que los cereales tengan elevados proporciones de proteínas, si no que estas deben ser halladas de fácil absorción y por consecuencia beneficiar al organismo que lo ingiere. El uso del desarrollo de tecnologías industriales, así como la utilidad culinaria producen bienes favorables en las semillas como de la quinua, kañiwa, kiwicha y otros, como el perfeccionamiento de la digestibilidad de las proteínas, de igual forma influyen en su orden química, desde el aspecto nutricional consideran la alteración o variación de ciertos componentes nutricionales (CRIOLLO *et al.*, 2010). Igualmente, FANNEMA (1993), indica que la emancipación de las enzimas hábiles de alterar almidón en azúcares simples es generado por la modificación bioquímica producido por la germinación, donde incrementa notablemente la transformación de la concentración de aminoácidos en las primeras fases, fase donde disminuye algunos anti nutrientes de los granos. Señala también que descartar o excluir algunos agentes anti nutricionales y acrecentar la digestibilidad de proteínas y almidones incrementa los atributos de los granos.

Igualmente, en el primer trecho se germinaron cereales de sangorache con tres tiempos de formación: 48, 72 y 96 h., sujeto a los siguientes procedimientos: remojado, germinado, secado y almacenado en bolsas de polietileno. Último a estas etapas se desarrolló con la molienda e interpretación físico - químico de esta harina con la harina patrón de sangorache. Se plantea, la hipótesis general de que, el tiempo de germinado mejora los valores nutricionales y las características de las propiedades funcionales de la harina germinada de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.). Teniendo como objetivo general, evaluar los valores nutricionales y las propiedades funcionales de la harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) a distintos tiempos de germinado.



RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar los valores nutricionales y las propiedades funcionales de la harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.), a distintos tiempos de germinado. Mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA), las semillas de sangorache fueron germinadas a 48, 72 y 96 h respectivamente, manteniendo una temperatura constante de 25 °C y en oscuridad. Luego, las muestras fueron secadas a 55 °C por 24 h y convertidas en harina de sangorache germinado (HSG) mediante el uso del molino de martillo. Sobre la HSG, fueron determinados el contenido y la digestibilidad *in vitro* de la proteína; además de la capacidad de hinchamiento (CH), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de absorción de agua (CAA), solubilidad en agua (SA) y capacidad de adsorción de aceite (CAAc); al igual que las propiedades de consistencia del sobrenadante del fluido centrifugado de la mezcla de harina de sangorache sin germinar (HSSG) y HSG con agua destilada.

En los resultados se ha observado que conforme incrementa el tiempo de germinado, reduce el contenido de proteínas desde 17.24% hasta 13.07% en base seca e incrementa significativamente la digestibilidad *in vitro* de la proteína desde 50.78% hasta 70.52%. Por otro lado, a 96 h de germinado, hubo un incremento en las propiedades de capacidad de absorción, retención de agua y de adsorción de aceite y efectos contrarios en la capacidad de hinchamiento y solubilidad en agua.

El proceso de germinado de la semilla de sangorache mejoro la calidad de la proteína y algunas de las propiedades de interacción con el agua y aceite y disminuye en el contenido de proteína y la consistencia.

Palabras clave: *Digestibilidad, propiedades funcionales, germinación, viscosidad.*



ABSTRACT

The objectives of the present work were to evaluate the nutritional values and functional properties of sangorache flour (*Amaranthus hybridus* L.), at different germination times. Using a completely randomized design (DCA), the sangorache seeds were germinated at 48, 72 and 96 h respectively, maintaining a constant temperature of 25 °C and in the dark. Then, the samples were dried at 55 °C for 24 h and converted into germinated sangorache flour (HSG) by using a hammer mill. On the HSG, the protein content and the *in vitro* digestibility of the protein were determined; in addition to the swelling capacity (CH), water retention capacity (CRA), water absorption capacity (CAA), water solubility (SA) and oil adsorption capacity (CAAc); as well as the consistency properties of the supernatant of the centrifuged fluid of the mixture of ungerminated sangorache flour (HSSG) and HSG with water.

In the results it has been observed that as the germination time increases, it reduces the protein content from 17.24% to 13.07% on a dry basis and significantly increases the *in vitro* digestibility of the protein from 50.78% to 70.52%. On the other hand, at 96 h of germination, there was an increase in the properties of absorption capacity, water retention and oil adsorption, and contrary effects in the swelling capacity and solubility in water.

The germination process of the sangorache seed improved the quality of the protein and some of the properties of interaction with water and oil, and decreased protein content and consistency.

Keywords: *Digestibility, functional properties, germination, viscosity.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La cifra de casos de afecciones no permutables (gordura, hipertensión sanguínea, diabetes tipo 2, carcinoma en el colon y otros), aumentaron en las últimas décadas de forma acelerada en países progresados y en vías de progreso (KRANZ *et al.*, 2012), el consumo de alimentos procesados de manera exsoso y con cuantiosa capacidad en grasas saturadas y carbohidratos refinados y la carencia en proporción de fibra dietaria, se establece a manera como un dato de riesgo de estas afecciones (VILCANQUI, 2018)).

Posteriormente de esto, según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2013 del círculo nacional de Estadística e Informática (INEI), la anemia en menores de cinco años de edad a nivel gubernamental es de 17.5%, de acuerdo al estereotipo de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y Apurímac ocupa el cuarto puesto con 29% (FLORES *et al.*, 2015).

Los pseudocereales tal como sangorache además, contienen anti nutrientes como los taninos y el ácido fítico que reducen la digestibilidad de las proteínas y los almidones, al mismo momento la biodisponibilidad de ciertos minerales como el hierro, los que podrían ser mejorados mediante el uso de ciertas técnicas como el germinado. Aunque, durante el desarrollo de germinado de sangorache el factor tiempo no ha sido suficientemente dilucidado, por lo que aún no es posible acertar los posibles efectos sobre los beneficios nutricionales y las propiedades funcionales. La etapa de germinado de los pseudocereales es un elemento que interviene sobre las propiedades nutricionales (proteína, grasa, fibra bruta, ceniza y carbohidratos) y las propiedades funcionales (hidratación, emulsificación, formación de espuma, gelificación, viscosidad, adsorción de aceite y agua, solubilidad, dispersabilidad, sabor, formación de filmes, etc.) (ZHANG *et al.*, 2015); en el caso particular de sangorache germinado, no se tiene reportes necesaria de los efectos que tiene el tiempo de germinado sobre los valores nutricionales y las propiedades físico químico el cual no permite la utilidad de las grandes fuentes de proteínas, lípidos, fibra, vitaminas y minerales, su aplicabilidad como componente de ingredientes en alimentos y así articular su consumo masivo.

ZHANG *et al.*, (2015), indican que, el brote de la semilla ha sido considerado como un modo atinado para mejorar la calidad nutricional de los granos, ya que reduce el contenido de anti nutrientes presentes en los alimentos. Además, durante este cambio muchas enzimas se activan y algunas proteínas se sintetizan a través de una progresión de



reacciones bioquímicas, mientras algunas otras proteínas pueden ser hidrolizadas por las proteasas. Por lo tanto, el efecto del germinado sobre el contenido de proteínas no es clara, en cuanto al contenido de glucosa reductor aumenta dramáticamente debido a la hidrólisis de hidratos de carbono por la activación de la enzima amilasa durante la etapa de germinado.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles serán los valores nutricionales y las propiedades funcionales de la harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.), a distintos tiempos de germinado?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de los tiempos de germinado de las semillas de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) sobre el contenido de proteína y la digestibilidad *in vitro* de la proteína?
- ¿Cuál será el efecto de los tiempos de germinado de las semillas de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) sobre las propiedades funcionales expresadas en capacidad de hinchamiento (CH), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de absorción de agua (CAA), solubilidad en agua (SA) y capacidad de adsorción de aceite (CAAc)?
- ¿Cuál será el efecto de los tiempos de germinado de las semillas de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) sobre la viscosidad en soluciones de la harina de semilla germinada?

1.2.3 Justificación de la investigación

La brecha que existe entre el incremento de los habitantes y el almacenamiento de alimentos es la mayor amenaza para la supervivencia de la generación, pero la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su informe anual "El estado de la estabilidad alimentaria en la población 2017", ha considerado que en 2016 la cantidad de personas aquejadas de subalimentación crónica en la población aumentó hasta los 815 millones (en comparación con los 777 millones de 2015), aunque esta referencia todavía sigue siendo inferior al aproximado de 900 millones registrados en 2000 (FAO, I ; UNICEF, 2017).

El interés por el estudio de los valores nutricionales y propiedades funcionales (capacidad de hinchamiento (CH), solubilidad en agua (SA), capacidad de



retención de agua (CRA), capacidad de absorción de agua (CAA) y capacidad de adsorción de aceite (CAAc) de la harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) a distintos tiempos de germinado, es justificado principalmente por la importancia de sus nutrientes de este grano andino y por qué las propiedades funcionales precisa la aplicación y manejo de alimentos, la calidad, fijar los requisitos de vitalidad, el manejo en el procesamiento húmedo en la industria alimentaria y el manejo decorativo de dichas materias primas, en vista que afecta la textura, la digestibilidad y el uso final de la utilidad alimenticia a base de almidón.

Conocer los resultados del tiempo de germinado sobre los beneficios nutricionales del sangorache permitiría desarrollar tecnologías para el uso y cambio de nuevos beneficios alimentarios a base de esta notable fuente de proteína, vitaminas, minerales y energía dietario, con el objetivo de proveer a la población en general alimentos de elevado valor nutritivo, con materias primas de bajo costo y asequibles.

Así mismo se pretende proporcionar a la sociedad una opción de un sustento nutritivo, con contenido de proteínas, elevado valor biológico y de gran provecho al incluirlo adentro de su dieta, pudiendo ser aprovechado como adhesión alimenticia del grano de sangorache y particularmente de sus derivados como las harinas, que aún carece de información la cual es obligatorio para que conduzca al estudio de alternativas de uso en procesos agroindustriales.

Según OMARY *et al.*, (2012), la mayoría de las investigaciones realizados han evidenciado que el germinando logra ganar alimentos más digeribles y logrando el desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteínas, grasas mediante enzimas, además puede mejorar la disponibilidad de nutrientes, vitaminas, minerales, polifenoles totales y labor antioxidante mientras disminuye los anti nutrientes, en comparación con cereales no germinados.

Durante etapa del geminado los granos muestran muchas modificaciones en su composición, esto debido a la condición de sus riquezas de (carbohidratos, lípidos y proteínas), para el desarrollo de su eje embrionario.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Evaluar los valores nutricionales y las propiedades funcionales de la harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) a distintos tiempos de germinado.

2.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los tiempos de germinado de las semillas de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) sobre el contenido de proteína y la digestibilidad *in vitro* de la proteína.
- Evaluar el efecto del tiempo de germinado de las semillas sobre las propiedades funcionales expresadas en la capacidad de hinchamiento (CH), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de absorción de agua (CAA), solubilidad en agua (SA) y capacidad de adsorción de aceite (CAAc) de la harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.).
- Evaluar el efecto del tiempo de germinado sobre la viscosidad en soluciones de la harina de semilla de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) germinado.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

El tiempo de germinado mejora la digestibilidad *in vitro* de la proteína y las características de las propiedades funcionales de la harina germinada de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.).

2.2.4 Hipótesis específicas

- El tiempo de germinado es un factor que influye positivamente sobre la digestibilidad *in vitro* de la proteína de la harina germinado de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.).
- El tiempo de germinado es un factor que influye positivamente sobre las propiedades funcionales de la harina germinado de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.).
- El tiempo de germinado es un factor que tiene efecto sobre la viscosidad en soluciones de la harina germinado de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.).



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Indicador	Índice
Variables independientes		
Tiempo de germinado	Tiempo	Horas
Variables dependientes		
Contenido y digestibilidad de la proteína	Contenido de proteína	%
	Digestibilidad aparente <i>in vitro</i>	%
Propiedades funcionales	Capacidad de hinchamiento	mL/g
	Capacidad de retención de agua	g/g.m.s
	Capacidad de absorción de agua	g.H ₂ O/g.m.s
	Solubilidad en agua	%
	Capacidad de adsorción de aceite	g/g.m.s.
Viscosidad	Viscosidad aparente	Pa.s, k, n.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) HUNG *et al.*, (2012), en su investigación “*Efectos de la germinación sobre la nutrición y composición del trigo ceroso*”, la germinación durante 48h del trigo ceroso no influyo significativamente sobre los contenidos de proteína y lípido libres en comparación de la muestra control, por otra parte, demostró que durante el proceso de germinado aumento los niveles de cenizas, fibra dietaría y disminuyo significativamente el contenido de lípidos libres. Demostraron también que el contenido de aminoácidos libres aumentaron a 7881 mg kg^{-1} de 2207 mg kg^{-1} de muestra control en particular el ácido alfa aminobutírico de 48 mg kg^{-1} en el control a 155 mg kg^{-1} en el trigo germinado.
- b) SANGRONIS *et al.*, (2004), en su investigación “*Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (Phaseolus vulgaris y Cajan cajan) germinadas*”, determinaron que las propiedades funcionales fueron dependientes del pH, indicando que la solubilidad proteica aumento en un 57%, la disposición de absorción de agua en un 56% y de grasas en un 38 %, dicho incremento se debió a una temperatura mayor a 70° C . las capacidades de espumación y formación de geles fueron débiles de la harina germinada (39 y 179%), sin embargo a concentraciones menores de la harina sin germinar, también la capacidad de emulsificación incremento en un 43% a pH superior del punto isoelectrico.
- c) HANDA *et al.*, (2017), en su investigación “*Efecto del remojo y la germinación sobre atributos fisicoquímicos y funcionales de la harina de Horsegram*”, determinaron que la germinación mejoro significativamente en el poder de absorción de agua e índice de solubilidad de la harina, mencionan también que la germinación no tuvo influencia significativa sobre las propiedades de poder de absorción de aceite, el poder de hinchamiento, la capacidad de formación de espuma y la densidad aparente. Las condiciones de 18h de remojo y 48h de germinado en presencia de luz a la semilla *Horsegram* disminuyeron la actividad antioxidante y fenoles totales, pero en el factor anti nutricionales, que mejoran la calidad de la harina obtenido.
- d) CHAPARRO *et al.*, (2010), en su investigación “*Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteínas en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul*”, mencionan que el proceso del germinado incremento el porcentaje de contenido de proteína en un 1.73%, 2.26% y 2.48% en el amaranto, soya y guandul respectivamente de la muestra patrón, al mismo tiempo indican que la tecnología de



germinado influyo positivamente en la digestibilidad *in vitro* de la proteína de 79.40% a 90.35%, 80.23% a 85.99% y 79.80% a 90.25% las semillas de quinua, soya y guandul respectivamente. Mencionan también que el porcentaje de proteína asimilable fue de 70% y el 90% del total de proteína ofrecido por la semilla en sus diferentes etapas de germinado.

- e) ELBALOULA *et al.*, (2014), en su investigación “*Principales composiciones de nutrientes y propiedades funcionales de la harina de sorgo, a los 0 – 3 días de germinación del grano*”, mencionan que el tiempo de germinado tiene efectos positivos sobre la capacidad de (absorción de aceite, formación de espuma, emulsión y estabilidad) mostraron una diferencia significativa de la muestra patrón según avanza los días de germinado, por el contrario las principales composiciones nutritivas y funcionales (contenidos de almidón, proteína, aceite, estabilidad de espumación, densidad aparente y la menor concentración de gelificación) de la harina disminuyen según avanza el tiempo de germinado. Se considera la aplicación de esta tecnología para el desarrollo de alimentos funcionales a base de la harina de sorgo dirigidos para la población intolerante al consumo del almidón.
- f) BRAVO *et al.*, (2013), en su investigación “*Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (Chenopodium quinoa) y kiwicha (Amaranthus caudatus)*”, determinaron que las propiedades químicas y nutricionales fueron mayores de la quinua germinada a comparación de la kiwicha, (13.09% proteína, 6.10% grasa, 1.50% ceniza y fibra total 2.68%, para la quinua y para kiwicha 16.45% proteína, 8.29% grasa, 3.18% ceniza y fibra total 9.50% respectivamente), así mismo mencionan que el proceso del germinado presenta propiedades nutricionales significativamente superiores a las muestras patrón en base seca de quinua y kiwicha, por otro lado indicaron que la quinua tienen mayor porcentaje de germinación que la kiwicha (98% y 70% respectivamente).
- g) JIMÉNEZ *et al.*, (2019), en su investigación “*Influencia de la germinación de los granos de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus) en las propiedades nutricionales y tecno - funcionales de sus harinas*”, determinaron que la tecnología del germinado influyó positivamente sobre el contenido de proteínas, digestibilidad, y los azucare reductores y totales, de igual manera observaron la degradación de proteínas en fracciones con peso molecular superiores a 24 kDa en quinua y 14 – 66 kDa en amaranto respectivamente, así mismo las entalpías de gelificación de la harina redujeron significativamente con el germinado. Del mismo modo indican que el proceso del germinado mejoro las contribuciones nutricionales de la quinua y el amaranto inclusive



señalaron que el contenido de almidón y el gel disminuyeron y se volvieron más inestables, característica importante a considerar en la formulación de alimentos.

- h)** TORRES *et al.*, (2018), en su investigación “*Efecto del proceso de germinación de granos de Cajanuscajan en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y bioaccesibilidad mineral*”, demostraron que el germinado influyo significativamente positivo sobre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de la semilla, por otro lado, lograron identificar seis tipos de ácido graso siendo el ácido oleico el más abundante. Mencionan también que la germinación por 96h a 20°C y en ambiente oscura aumento el contenido de cenizas, grasas, carbohidratos y el rango de bioaccesibilidad de minerales de 16% y 31% para el magnesio y el potasio respectivamente, por el contrario, el contenido de proteína disminuyo debido al proceso del germinado.
- i)** PEZÚA (2017), en su investigación “*Digestibilidad in vitro de la proteína y la composición nutricional de tres variedades de quinua (Chenopodium quínoa willd.) germinada y cocida*”, indica que el proceso de germinado y cocido influyeron significativamente sobre la digestibilidad , contenido de proteína y componentes nutricionales de la quinua, sin embargo la interacción de variedad por proceso no influyo en el contenido de cenizas y fibras crudas, así mismo indican que el contenido de proteína, grasa y fibra de tres variedades de quinua sin aplicar el proceso de germinado y cocido son significativamente diferentes, mientras que en las tres variedades de quinua el contenido de carbohidratos y las cenizas son estadísticamente iguales, demostrando que el proceso de germinado y cocción de las misma tienen influencia solamente sobre contenido de proteína, digestibilidad de proteína, grasa y carbohidrato.
- j)** SALAS (2010), en su investigación “*Efecto del malteado de quinua (Chenopodium quínoa), kañiwa (Chenopodium pallidicaule aellen) y kiwicha (Amaranthus caudatus) en la elaboración de galletas*”, indica que el proceso de la germinación tuvo un efecto de ligera reducción en el contenido de proteína y fibras en comparación de muestras patrón de, 2.99% y 0.85% respectivamente germinado por 20h y 0.47% y 0.45% a tres días de germinado de kiwicha de la misma manera de 1.45% y 0.88% de kiwicha no germinada con tres días de germinado. Así mismo en cuanto a la digestibilidad de proteína indican la semilla germinado de quinua por 20h presento mayor digestibilidad de la muestra patrón seguido de 67.97% de kiwicha germinada por tres días con respecto a la muestra patrón y kañiwa germinada por tres días la digestibilidad *in vitro* 80.77%. Las sustituciones parciales de 20%, 30% y 40% mostraron mejor composición fisicoquímica en la elaboración de la galleta, siendo el 40% de sustitución con mayor



contenido y digestibilidad de proteína de 7.78% y 78.47% respectivamente, en cuanto a la evaluación sensorial las sustituciones parciales de 20%, 30% y 40% para la elaboración de galletas dulces de quinua, kañiwa y kiwicha germinada no presentaron diferencias significativas en los atributos de apariencia, textura y sabor. Llegaron a la conclusión que la mejor sustitución parcial de harina malteado es de 40% ya que presento mejores atributos en la evolución sensorial y mejor composición fisicoquímico de la galleta con sustitución de harinas malteado de granos andinos.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Amaranto

El amaranto es un dicotiledon perteneciente a 70 clases aproximadamente de la familia amarantaceae, de los cuales el *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus caudatus* son las distinguidas variedades que son cultivados para la obtención de granos y forrajes (BRENNER *et al.*, 2000).

China, India, Kenia, México, Nepal, Perú, Estados Unidos, Bolivia, Pakistán, Argentina y Rusia, son los países productores de amaranto de gramíneas por sus características nutricionales, siendo el consumo humano el más conocidos del grano del amaranto en la elaboración de dulces artesanales y otros (LUIS *et al.*, 2018).

3.2.1.1 Tipos de amaranto

Los amarantos de grano se reconocen como originarios de América y comprenden tres especies (LUIS *et al.*, 2018).

Amaranthus cruentus, *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus caudatus*.

Mientras que entre los amarantos productores de hoja (foliáceos), se encuentran.

Amaranthus cruentus, *Amaranthus dubius*, *Amaranthus hybridus* y *Amaranthus tricolor*.

El amaranto tiene múltiples usos, en la nutrición humana se consume el grano entero o molido en modo de harinas, ya sea, reventada o hervida, las hojas jóvenes en sustitución de las hortalizas de hoja, con las semillas enteros o molidos se puede preparar desayunos, sopas, postres, papillas, tortas, budines, bebidas refrescantes y otros, así como también se emplean en la alimentación animal, en la industria, medicina y como adorno (LUIS *et al.*, 2018).



3.2.1.2 Características nutricionales

Las semillas presentan beneficios superiores comparados con la composición química de otras semillas, como se evidencia en la (Tabla 2), entre los cuales resaltan el 50 – 60% en la cantidad de almidón, en cuanto a la proteína que hace al grano muy reconstituyente que corresponde a las globulinas primordialmente en (11S), abundante en lisina y aminoácidos azufrados en minerales y oligoelementos es de 14 – 18%. Además la gramíneas es una fuente de calcio y de buena dosis de magnesio, cinc y selenio que son considerados excelentes estimulantes del sistema inmunitario y de 6.7% de fibra que contribuye la buena marcha del intestino y depositario de la microbiota o vegetación entérica que son esenciales para una óptima alimentación (LUIS *et al.*, 2018).

Tabla 2. Composición proximal del amaranto y las gramíneas esenciales en (g/100g)

Componente	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Humedad	11.1	11.6	12.7	12.5
Proteína	17.9	10.3	7.8	14.0
Grasa	7.7	5.0	2.0	2.1
Fibra	2.2	3.3	0.9	2.6
Ceniza	4.1	1.3	1.4	1.9
Carbohidratos	57.0	71.7	75.4	66.9

Fuente: LUIS *et al.*, (2018)

El amaranto entre las semillas y pseudocereales ocupa una postura destacada con un 17.9% de proteína, el valor biológico de esta proteína la hace extraordinario, ya que incorpora todos los aminoácidos esenciales (los que el cuerpo no es capaz de sintetizar y precisa percibir de los alimentos) en una medida óptima para ser asimilados (BARRALES *et al.*, 2010).

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Sangorache

Es una planta anual de procedencia andina que puede crecer hasta 2m altura y 4 cm de radio de variedad herbácea, de tallos de forma cilíndrica y estrías gruesas longitudinales de color cremoso, hojas simples de 3 - 15cm de largo y 1.5 – 10cm de ancho, verdes en época prematura y blancas rosáceas en madurez, con flores axilares

de tipo amarantiforme de color blanquecino a rosáceas que se agrupan y forman una panojas de hasta 50cm como se observa en la (Figura 1) entrada (Instituto Nacional de Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador), 2008).



Figura 1. Planta de Sangorache (*Amaranthus hybridus* L.)

3.3.1.1 Taxonomía

El sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) presenta la siguiente clasificación botánica:

Tabla 3. Clasificación botánica del sangorache (*Amaranthus hybridus* L.)

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Nombre científico	<i>Amaranthus hybridus</i> L – <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K
Nombres comunes	Ataco, sangorache, sangoracha
Categoría	Embryophyta siphonogama
Subtipo	Angiosperma
Segmento	Dicotiledónea
Subclase	Archyclamideae
Orden	Centropermales
Familia	Amaranthaceae
Género	Amaranthus
Especies	Hybridus / A. quitensis

Fuente: CASTEL (2010)

3.3.1.2 Semilla de sangorache

El grano del sangorache es de magnitud pequeño, uniforme, luminoso de color púrpura o negro como se observa en la (Figura 2) y la (Tabla 4) de sus características morfológicas (INIAP, 2008).



Figura 2. Semilla de Sangorache (*Amaranthus hybridus* L.)
Fuente: CASTEL (2010)

Tabla 4. Descripción morfológica de la semilla de *Amaranthus hybridus* L.

Descripción morfológica de la semilla de *Amaranthus hybridus* L.

Color de la semilla seco	Negro
Tamaño de la semilla	0.6 a 1.2 mm
Forma de la semilla	Redondo
Número de semillas por gramo	1800

Fuente: CASTEL (2010)

La semilla de sangorache está compuesta por epispermo que es la envoltura del grano, compuesta por una lecho de células muy delgado: endospermo, que es la segunda álveo del grano; germen, está en formado por los cotiledones, que es la integrante más abundante en proteínas. El germen y la superficie del grano de sangorache, componente en un 26% del grano y el perisperma (albumen) forma un 74%, el embrión en comparación a los granos es bastante y de éste se puede adquirir hasta un 30% de proteína y un 20% de aceite vegetal (Figura 3) (PERALTA, 2009).

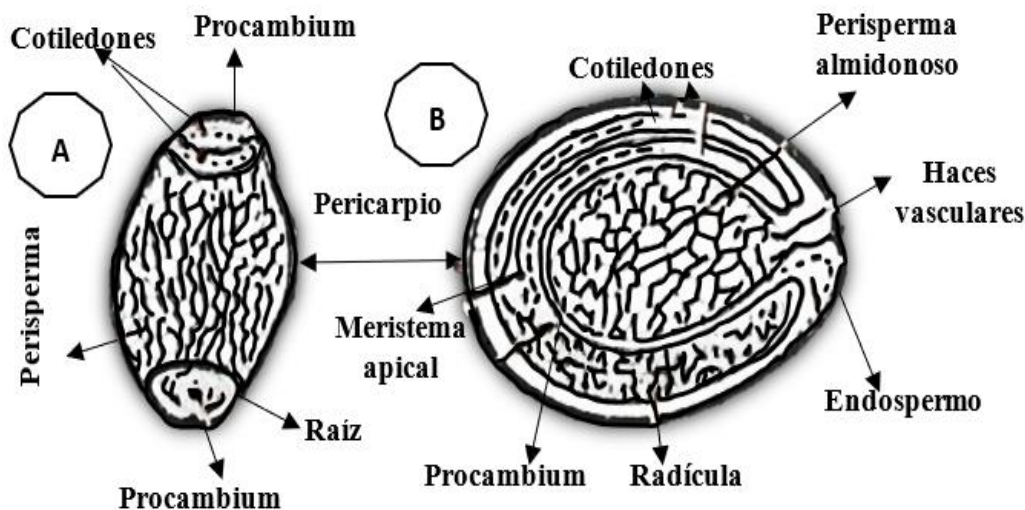


Figura 3. Diagrama de secciones transversal(a) y longitudinal (b) de la semilla de amaranto

Fuente: PERALTA (2009)

3.3.1.3 Composición química del sangorache

La mayor peculiaridad del sangorache, es el volumen de proteína y el contorno de aminoácidos, que fija la clase de la proteína, a lo que se agrega el reporte de fibra, grasa, minerales (calcio, hierro y fosfo) y vitaminas (A, B1, B2, B3, C; deigual modo de ácido fólico, niacina), como se visualiza en la (Tabla 5) (PERALTA, 2009).

Tabla 5. Capacidad vigorizante del sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) en comparación con los cereales más importantes (bs)

Componente	Amaranto (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Arroz	Maíz	Trigo
Humedad (%)	13.7	13.7	12.4	11.8	10.2
Proteína (%)	14.3	13.9	7.6	7.7	13.1
Fibra cruda (%)	13.9	8.69	2.4	2.4	3.0
E.L.N (%) (*)	61.9	68.77	84.4	83.2	70.1
Cenizas (%)	3.58	3.7	3.4	1.7	1.9
Grasa (%)	6.18	4.18	2.2	5.0	1.7

Fuente: Modificado de INIAP (2015)

3.3.1.4 Calidad de la proteína del sangorache

a) Proteína

Según LEÓN (2007), todas las especies de amaranto tienen un valioso contenido de proteína de (14 – 18%), en promedio y su composición en aminoácidos perfectamente balanceados que se encuentran en mayor concentración que en las semillas comunes, con exclusión de la avena descascarada. De la misma manera OMARY *et al.*, (2012), mencionan que la mayor parte de proteínas se hallan en el embrión y en la cascara del grano de amaranto que juntos contienen 65% de proteína completo, y el 35% restante de proteína el endospermo. Esta distribución es muy diferente a comparación como el sorgo, maíz, y arroz, donde el embrión proporciona entre el 12.5 a 18.5% y el endospermo entre 81.5 a 87.5% de la proteína completo de los cereales.

b) Grasa o lípidos

El contenido de aceite vegetal o grasa del grano de amaranto varía de 7 - 8%, y un próximo de 6% de concentración de escualeno, si bien en la estructura de estas grasas destaca la presencia de ácido oleico y ácido linoleico, de en torno a del 75% del aceite total presente en el grano y que ejercen una actividad beneficiosa sobre los vasos sanguíneos y el corazón (CASTEL, 2010).

c) Glúcidos o carbohidratos

El volumen de oligosacáridos y monosacárido representa el 50 - 60% de su peso en base seca del grano del amaranto, el hidrato de carbono del género *Amaranthus* es de (5 – 7%). Así, la capacidad de hidratarse e hincharse cuando se une con agua es demasiado baja que la del trigo, propiedad que hace menos apropiado para la incurclucion en panificación (LEÓN, 2007).

d) Fibra

Un aspecto excepcional del sangorache, desde la perspectiva de la labor biológica es alto contenido en fibra, que representa hasta el 25% del grano, siendo importante evaluar el contenido de fibra dietaría, por su valor fisiológica en la disminución del índice de colesterol hepático o sérico (INIAP, 2008).



e) Minerales

La disposición de minerales (ceniza) en el amaranto es aproximado hasta dos veces más elevado que en otras gramíneas, precisamente es alta la porción de calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc. Donde cien gramos de *Amaranthus hybridus* L., conseguir atribuir el 46% de la ingesta diaria aconsejada de calcio y con la adición de la quinua pueden ayudar el entero de la ingesta diaria aconsejada de hierro (INIAP, 2008).

3.3.2 Germinados

MANTILLA (2003), define que el germinado es un grupo de sucesión metabólicos y morfogénéticos que da como consecuencia el cambio de un grano en una plántula hábil de ser útil por sí misma y evolucionar en una planta fotosintéticamente facultado.

Los germinados son alimentos superiores en enzimas, aminoácidos, proteínas, vitaminas, clorofila, minerales y oligoelementos, así como algunas cereales aumentan en gran medida de su volante, capacidad y valor nutricional. Esto contribuye en parte a resolver la desnutrición y a arreglar el déficit de una nutrición moderna a base de alimentos industrializados (BARRÓN *et al.*, 2009 y AGUIRRE *et al.*, 2015).

De la misma manera MARERO (2009), señala que la eficacia de la germinación es el desdoblamiento de sus nutrientes como almidón, proteínas y grasas mediante enzimas que activan y forman un complejo enzimático por la germinación y lograr de esta manera un sustento más digerible y señala también el aumento de la calidad de proteína y micronutrientes.

3.3.2.1 Aspectos nutricionales del germinado

MARTIN (2005), señala que desde la óptica nutricional, durante la germinación se producen cambios importantes en las señala que, desde la perspectiva nutricional, durante la germinación se producen cambios importantes en las semillas, el crecimiento de las sustancias de reserva (pre digestión) en un alimento de alto valor biológico:

semillas, la transformación de las sustancias de reserva (pre digestión) en un alimento muy valioso:



Se produce, igualmente:

- Aumento destacado en la cantidad de la dosis vitamínico. Las vitaminas del conjunto B, llegan a incrementarse unas 9 veces y la vitamina E unas 3 veces.
- Imbibición de minerales y otras moléculas indispensables del agua. Los minerales son quelatados, lo cual los vuelve más asimilables para el individuo.
- Aumenta las moléculas de agua: de unas 7% en el grano a un 70% en el brote.
- Aparece clorofila en los brotes.

Los germinados suministran múltiples beneficios alimentarias y terapéuticos, visto que las vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos y enzimas se muestran más disponibles, llegando ser una opción alimenticia que contribuye a la reducción de la desnutrición en niños de menores de edad, mamás gestantes y mamás lactantes (MARTIN, 2005).

3.3.2.2 Faces de la germinación

a. Imbibición (F1)

En esta etapa los tejidos del embrión se avivan con la hidratación y esta acción desencadena una serie de fases metabólicas que son esenciales para las siguientes etapas del brote como se muestra en la (Figura 4). La hidratación del embrión varía según el tipo de granos (PITA *et al.*, 1998).

b. Germinación (F2)

Esta face se caracteriza por la activación generalizada del metabolismo del grano debido a la reducción de la absorción del agua por el grano, lo cual resulta indispensable para que se desarrolle el último periodo del avivamiento del brote, la fase del desarrollo (PITA *et al.*, 1998).

c. Fase de crecimiento (F3)

En esta etapa se produce el desarrollo del germen y emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales debido a la ampliación de la acción metabólica, a su vez el desarrollo de la plántula se inicia una vez que las cubiertas seminales hayan sido quebradas. Esta etapa es variante según las especies que implican un elevado gasto de energía que se obtiene mediante la movilización de las reservas nutritivos del grano (PITA *et al.*, 1998).





Figura 4. Etapas del germinado

Desarrollo del germinado del cereal

- La difusión de las giberelinas se inicia con la hidratación de la semilla que se difunden al endospermo a través del escualeno.
- Al momento de arribar a las células de las cubiertas de aleurona, las giberelinas liberadas en el endospermo inducen la adquisición de las enzimas hidrolíticas.
- Las amilasas se encuentran entre las enzimas hidrolíticas sintetizadas que se difunde al borde del endospermo para hidrolizar la harina de las semillas a glucosa.
- Las moléculas de carbohidrato liberadas son utilizadas por el germen como principio de energía (ATP), las cuales llegan hasta el mismo por difusión.
- Las otras enzimas hidrolíticas sintetizadas degradan las reservas restantes: proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Dichas riquezas son hidrolizadas a moléculas más sencillas, es decir, a aminoácidos, ácidos grasos y glicerol, y nucleótidos, respectivamente.

- En este paso ya las moléculas estructurales y las fuerzas necesarias para la el inicio del extracto de sus propias moléculas forma parte de la disposición del núcleo.
- Por último, el germen, luego de distinguirse y agrandarse, se transformará en una tierna plántula. Como se muestra en la (Figura 5).

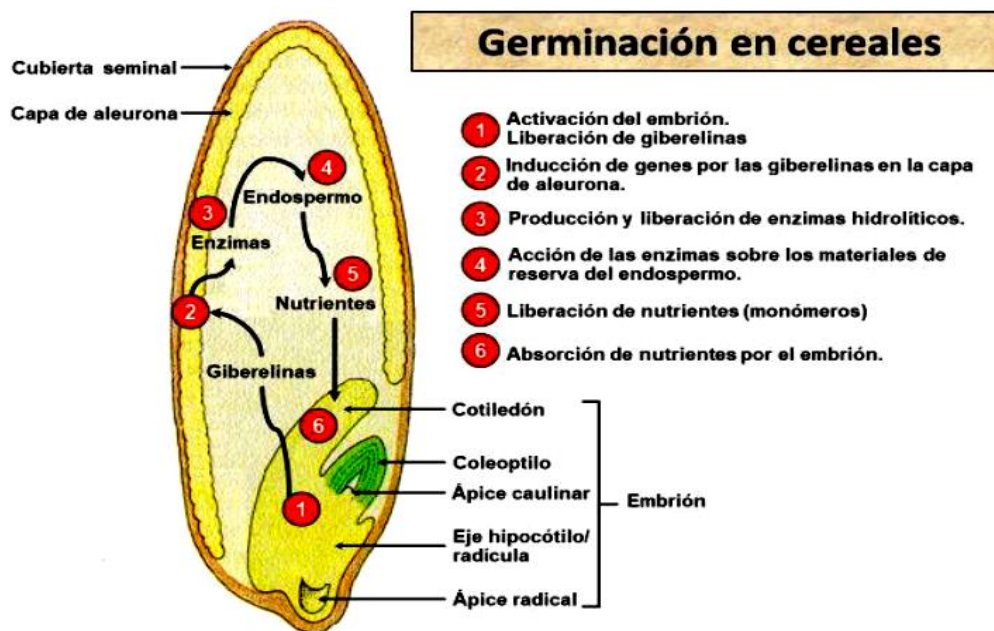


Figura 5. Esquema de las fases de la imbibición de agua por una semilla durante la germinación de los cereales

Fuente: AZCÓN (2017).

3.3.3 Propiedades funcionales

Son características físico – químico que son resultado de la intervención de las proteínas presentes en la estructura alimentaria mientras la transformación, almacenaje, preparación y consumo. Se consideran también como cualquier atributo fisicoquímico de los biopolímeros que contribuye en la condición final del producto modificando algunas características en la alimentación, haciendo que algunos alimentos mejoren y contribuyan en la salud humana (BARRÓN *et al.*, 2009).

- **La solubilización**, es el producto del arqueo de las fuerzas subyacentes proteína - proteína y la influencia reciproca proteína – solvente; el cual conlleva que se constituya una sólida relación proteína – solvente para que la dotación proteica sea soluble en grado elevado, en caso contrario la solubilidad disminuye en el grupo proteína – proteína y se considera como el inductor a la precipitación (HANDA *et al.*, 2017).

- **La absorción de agua y grasa**, se consideran propiedades fundamentales que fijan la calidad de los elementos proteicos (textura, contención de exquisitez). La destacada cualidad funcional de los polímeros que desarrollan o gana la determinación del sabor y gozo de muchos productos se le atribuye a la capacidad de la unión de aceite, y esta a su vez hace que sea más empleado como ingredientes (BRAVO *et al.*, 2013).

La esencia de las proteínas influye también en el dinamismo emulsificador reduciendo la retención interfacial el agua y el aceite, evitando la fusión de las partículas del aceite mediante la formación de películas firmes en la interfase. Para esto todas las moléculas de las proteínas deben migrar cerca de la interfase agua – aceite y reorientarse (previo desbloqueo miento), permitiendo que sus aminoácidos apolares estén dirigidos con un destino a la fase lipídica y los apolares en dirección de la fase acuosa (BRAVO *et al.*, 2013).

3.3.4 Reología de alimentos

La reología, además conocido como conocimiento de la alteración de la materia, se desempeña en la deformación de los elementos aparentemente continuos y coherentes, pero con constancia trata incluso del roce entre sólidos, de la salida de fracciones mínimas e implica la restricción a partículas (AGUADO *et al.*, 2002).

- **Propiedad reológica**, se precisa desde la afinidad auténtico en medio de fuerzas o disposición de fuerzas externas y su desenlace, ya sea a manera de formación o propagación. Todo líquido se va a desproporcionar en grande o en pequeña medida al exponerse a un modo de fuerzas externas. Dicha cuestión de fuerzas se simboliza numéricamente por medio del esfuerzo de corte “ τ ” y la aceleración de corte “ $\dot{\gamma}$ ” por la cual se especifica la evolución del fluido (AMPUERO, 2016).
- **Líquido newtoniano**, establece un genuino margen de la conducta reológico, ni un solo fluido real puede ser más fluido que un fluido newtoniano. Dentro de sus propiedades se percibe que necesita de configuración, no poseen átomos, son isotrópico en otras palabras, ofrece rasgos idénticos en todas las direcciones y repite con precisión todas sus leyes; es decir, es el fluido ideal (AMPUERO, 2016).
- **La viscosidad**, es un fluido que se nombran como el rozamiento o frotación profundo del líquido. En general, con el acrecentamiento de la consistencia molecular y la longitud de la cadena, aumenta la viscosidad de la solución del fluido de la harina; sin embargo, dependen incluso de la unión de la harina en la



solución, la temperatura, el pH y las condiciones del esfuerzo de corte (VILCANQUI, 2018).

3.3.4.1 Clasificación de fluidos

a. Fluidos Newtonianos

La ley de newton hace que el fluido newtoniano cumpla la ley de newton “fluido ideal”, en otras palabras, que tiene una afinidad listado entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte. Se fundamenta en la posterior ecuación. (RAMÍREZ, 2006).

$$\tau = \mu \cdot \gamma$$

Donde:

τ = esfuerzo de corte (mPa)

μ = viscosidad dinámica del fluido (mPa.s) o (cP)

γ = velocidad de corte (s^{-1})

Los fluidos newtonianos no dependen de la fuerza de corte ni del tiempo que se aplique, si no que la viscosidad en este tipo de fluidos es permanente, por el contrario, se puede mencionar que la viscosidad si depende de la temperatura y la presión, demostrándose que hay una relación directa entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte (RAMÍREZ, 2006).

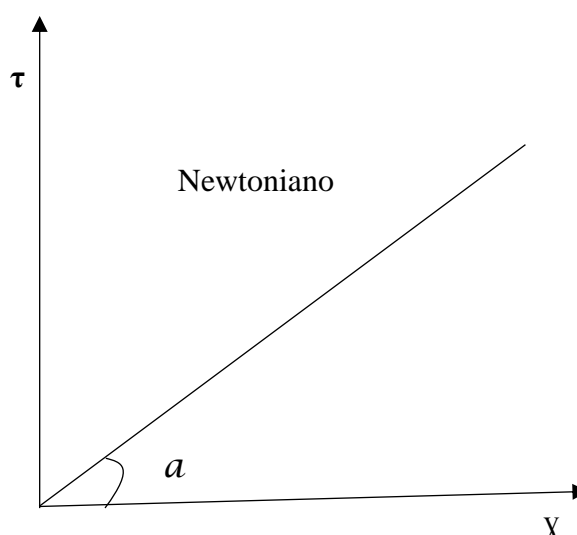


Figura 6. Representación gráfica de un fluido newtoniano

Fuente: RAMÍREZ (2006).

b. Fluidos no newtonianos

Se considera fluidos no newtonianos a los fluidos que son dependientes del tiempo e independiente del tiempo, además, poseen una correlación indirecta entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte (RAMÍREZ, 2006).

Fluidos independientes del tiempo

Fluidos pseudoplásticos, este tipo de fluido se interpretan por el descenso en la velocidad y esfuerzo de corte, con la velocidad de deformación (RAMÍREZ, 2006).

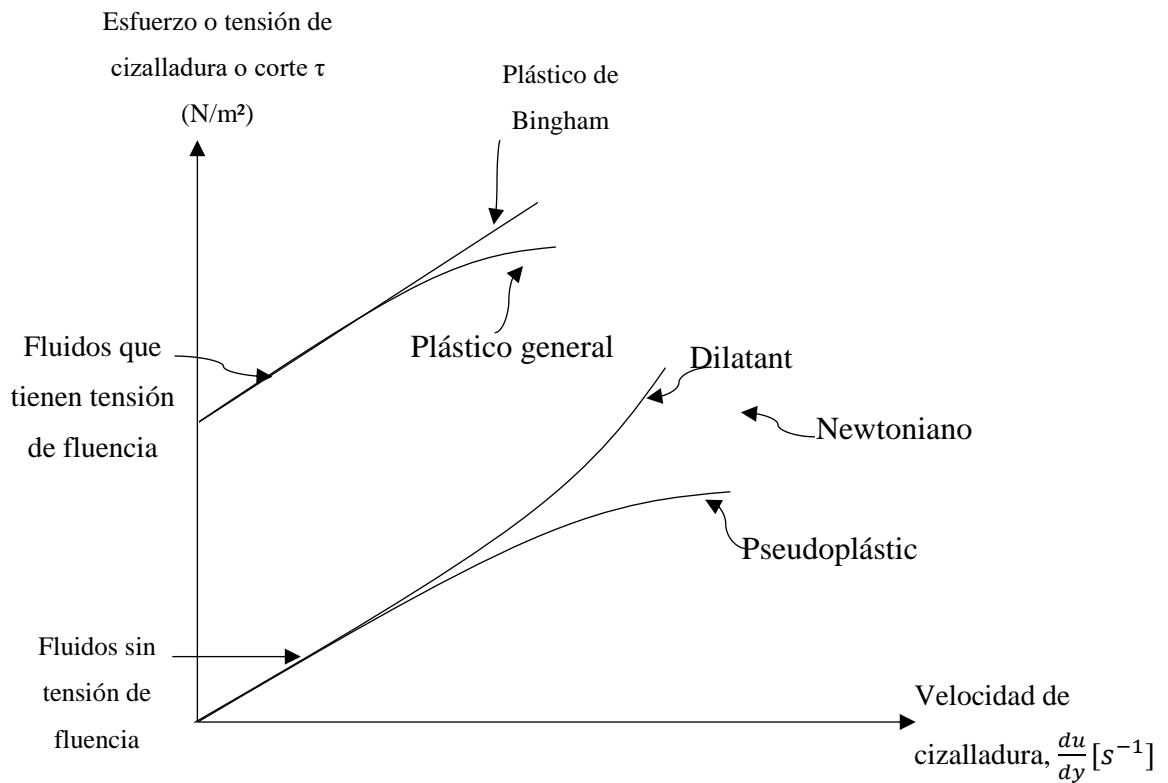


Figura 7. Gráfico esfuerzo de corte versus la velocidad de corte

Fuente: RAMÍREZ (2006).

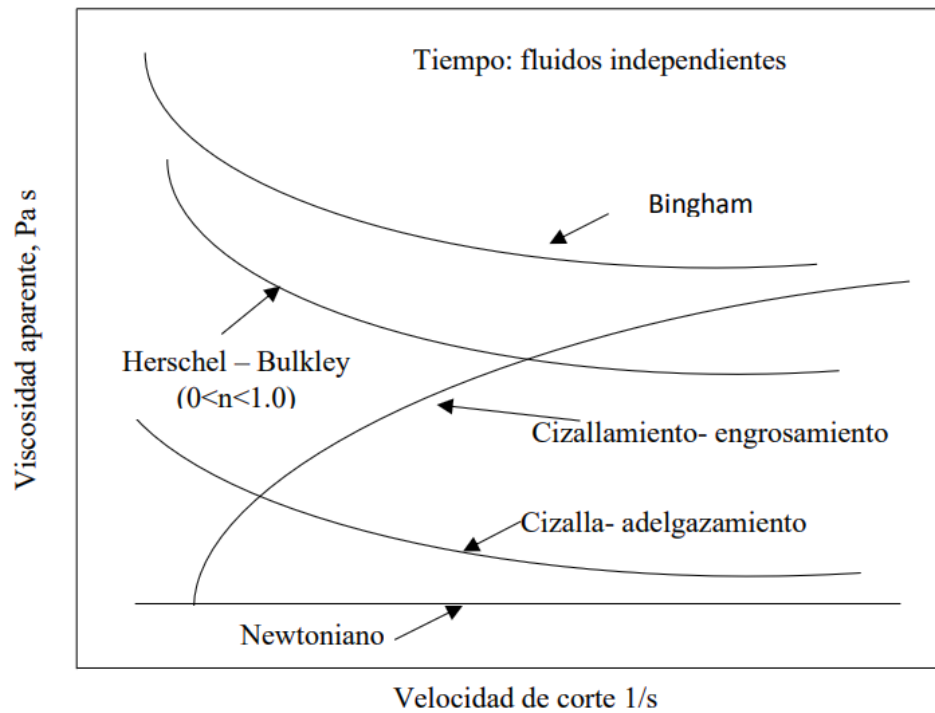


Figura 8. Gráfico de la viscosidad aparente versus a la velocidad de corte para fluido independiente del tiempo.

Fuente: RAMÍREZ (2006)

3.3.4.2 Ley de la potencia

La ley de la potencia se remide para un flujo unidimensional el cual esta adecuadamente representada para muchas aplicaciones de la ingeniería mediante este cliché (AGUADO *et al.*, 2002):

$$\tau = K \cdot \gamma^n$$

Donde:

τ = esfuerzo de corte (mPa), k = Coeficiente de consistencia (mPa.s) o (cP),

γ = velocidad de corte (s^{-1}), n = índice de flujo

$$\tau = K * \gamma^n = K[\gamma^{n-1}] * \gamma$$

Previa ecuación, se tiene:

$$n_a = K[\gamma^{n-1}]$$

Donde:

n_a : Viscosidad aparente

Reemplazando en la ley de la potencia, se tiene:

$$\tau = n_a \cdot \gamma^n$$

Si $n < 1$, se llama pseudoplásticos, cuando la viscosidad aparente desciende al incrementar la velocidad de corte.

Si $n > 1$, se llaman dilatantes, cuando la viscosidad aparente incrementa con el aumento de la velocidad de corte.

Para calcularla velocidad de corte se hace uso de la ecuación siguiente:

$$\text{Velocidad de corte: } \frac{4\pi N}{n}$$

Donde, la velocidad de rotación está representado por N (rpm) y el índice de flujo de “n”.

Para hallar el “k” índice de consistencia se reemplaza en la ecuación de potencia (AGUADO *et al.*, 2002).

Fluidos dependientes del tiempo.

Se llama así por tener la capacidad de restablecer su estado inicial después de ser suspendido por un extenso tiempo. Los fluidos tixotrópicos y reopécticos se clasifican debido a que su viscosidad disminuye al acrecentar el esfuerzo de corte y al debido aumento de la viscosidad si se incrementa la tenacidad cortante respectivamente (AGUADO *et al.*, 2002).

3.3.4.3 Equipos de medición de la viscosidad

a. Viscosímetro de tubo o capilar

Esta clase de viscosímetro permite encontrar viscosidades en una sola velocidad de corte caso por el cual se considera aplicable en fluidos newtonianos (ej. Cannon fenske) que miden el descenso de la presión o la velocidad de fluido en otras categorías (RAMÍREZ, 2006).

b. Viscosímetro rotacional

Este tipo de viscosímetro permite medir el torque imprescindible para realizar el giro del componente rotatorio a una determinada velocidad de giro (ej. Brookfield), esta clase de viscosímetro nos posibilita lograr distintas velocidades de corte y se considera conveniente para los fluidos newtoniano y no newtonianos (RAMÍREZ, 2006).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación, de acuerdo a los factores en estudio corresponde al tipo experimental (muestras seleccionadas en forma aleatoria y manipulación intencional de las variables fijas por parte del investigador). De acuerdo la profundidad de la investigación corresponde a nivel explicativo, con el propósito de explicar la relación entre los factores de estudio, y los efectos sobre las características nutricionales, propiedades funcionales, viscosidad en soluciones de la harina de semilla de sangorache germinado y el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de proteína.

4.2 Diseño de la investigación

Los experimentos fueron desarrollados en los Laboratorios de la Escuela Académica de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y fueron desarrollados en tres etapas: etapa I; obtención de la harina germinada de sangorache y tamizada en una malla tamiz de malla 60 con abertura máxima de 0.250 mm, realizados en los Laboratorios de Operaciones Unitaria y Laboratorio de Análisis de Productos Agroindustriales, etapa II; digestibilidad *in vitro* en los Laboratorios de Análisis de productos Agroindustriales y Operaciones Unitarias, y etapa III; determinación de propiedades funcionales y determinación de viscosidad de la harina de sangorache en el Laboratorio de Operaciones Unitarias. .

4.3 Población y muestra

Se consideró como universo y/o población de estudio toda la disponibilidad de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) en la comunidad de Atancama del distrito de Lambrama a 3111 m.s.n.m, ubicada en la provincia de Abancay del departamento de Apurímac, de la cosecha de los meses abril - mayo del 2019. Las muestras fueron obtenidas mediante un muestreo no probabilístico, el cual consistió en la cosecha de las semillas en estado de madurez óptimo y sano.

4.4 Procedimiento

Obtención de harina de sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) a distintos tiempos de germinado

La obtención de la harina germinada de sangorache se realizó tomando como referencia el método descrito por BRAVO *et al.*, (2013).



- a. **Recepción:** La recepción de las semillas de sangorache se realizaron en óptimas condiciones.
- b. **Selección:** Se eliminaron toda diversidad de impurezas y materias ajenos presentes en las semillas de sangorache.
- c. **Lavado y desinfección:** Las cereales se sometieron a un lavado con agua potable y desinfectadas superficialmente en una dilución al 1/1000 (10 gotas por cada Lt de líquido), por un periodo de 5 minutos por la importancia de precaver la proliferación microbiana (CARCIOCHI, 2014).
- d. **Enjuague:** Las semillas se enjuagaron tres veces con agua destilada.
- e. **Remojo:** Las semillas se colocaron en recipiente de polímero manejando la relación de agua: semilla de sangorache de 1.5:1 por 24 horas para lograr una humedad aproximado entre 45-55% a 25 °C (CARCIOCHI, 2014).
- f. **Ecurrido:** Después del remojo se lavó y elimino despojos sobre nadantes. Esta fase fue fundamental debido a se hizo con la finalidad de prevenir pudrición o contaminación por hongos en los germinados de la semilla de sangorache.
- g. **Germinado:** Las semillas fueron acondicionadas en bandejas de 30 x 25 cm por un tiempo de 48h,72h y 96 h a una temperatura de 25 °C en un espacio oscuro, con una frecuencia de riego de 3- 4 veces/día para sostener la humedad requerido para el germinado de las semillas.
- h. **Secado:** Los cereales germinados se fueron llevados a una etapa de secado a una temperatura de 55 °C por un periodo de 24 horas, acción que detuvo las reacciones enzimáticas y adquirir una humedad de 5-8% dando por finalizado el desarrollo de germinado (ROMO *et al.*, 2006).
- i. **Molienda:** La molienda de los granos germinados fue realizada mediante el uso de un molino.
- j. **Tamizado:** La fécula fue pasado por un tamiz de malla 60 con de cobertura máxima de 0.250 mm, apto paro los estudios respectivos.
- k. **Envasado:** La harina tamizada fue envasada y rotulado en un envase de polipropileno de 4oz.
- l. **Almacenado:** La harina envasada fue almacenada a una temperatura de 25 °C para los estudios posteriores.



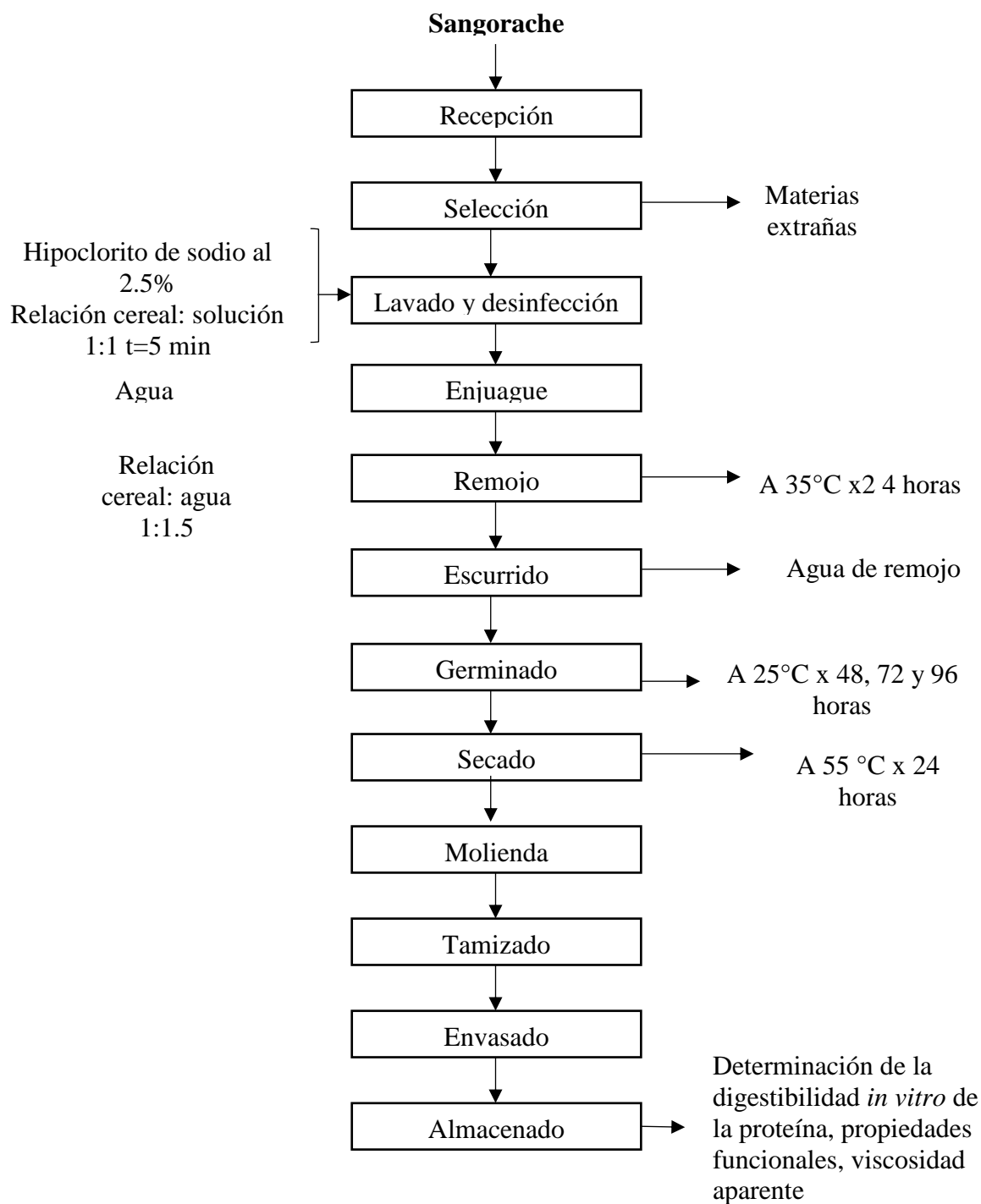


Figura 9. Diagrama de flujo para obtención de harina germinada de sangorache

Fuente: Modificado de BRAVO *et al.*, (2013).

4.5 Técnica e instrumentos

a) Determinación de proteína y la digestibilidad *in vitro* de la proteína

La determinación del contenido de proteína y digestibilidad *in vitro* se realizó mediante tres fases que se describen a continuación:

➤ Determinación de proteína

AOAC (2005), 984:13, Proteína total (N x 6.25)

Se realizó una digestión utilizando ácido sulfúrico, lo cual hidroliza la muestra liberando el nitrógeno amoniacal de los aminoácidos y demás compuestos que lo contienen, en seguida se neutralizó la muestra con NaOH, formando hidróxido de amonio y se efectuó una destilación para adquirir el amoniaco, el cual se recogió en una solución ácido bórico (que apresa el amonio), igualmente contiene un indicador mixto (OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (AOAC), 1989)

Por último, se tituló utilizando ácido clorhídrico anticipadamente estandarizado, de esa forma el ácido gastado en la titulación es equivalente al contenido de nitrógeno. Para el cálculo de la proteína bruta se realizó utilizando el factor 6.25 por el contenido de nitrógeno de la muestra (AOAC, 1989).

El análisis de la proteína de la harina de sangorache fue solicitado como servicios al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

➤ Extracción de grasa

AOAC (2005), 2003.05; Grasa

La evaluación de extracto etéreo se realizó por el método de Soxhlet en un equipo extractor de grasa. Puesta la muestra en los dedales se colocó en la porta dedal y éste en la herramienta de Soxleth. Se agregó éter de petróleo a los vasos Berzelius un aproximado de 60 mL y se conectó al instrumento de Soxleth. Se dejó fluir el agua por los refrigerantes, se encendieron las parrillas y se inició el retirado del solvente de manera continua por un plazo de 4 h. Culminado este periodo, se retiró las parrillas de los vasos, se dejó enfriar y se retiró los dedales y los porta dedales. Se recuperó el solvente y la síntesis del etéreo logrado se secó en estufa a 105 °C por 15 min (AOAC, 1989).

➤ Digestión con pepsina

En matraz Erlenmeyer de 250 mL se le agregaron 2 g de muestra desgrasada y 150 mL de solución enzimática precalentada a 43 °C – 45 °C.



Los matraces con las muestras fueron puestas a baño maria a 45 °C por 16 h con vibración continuo, acabado el tiempo se inició con él filtrado al vacío en papel whatman N° 2, después de ello se realizó dos lavados con agua destilada templado, el papel filtro con el residuo húmedo fue secado en una estufa a 60 °C por 2 h.

Las muestras fueron transferidas a un frasco para su análisis de contenido de proteína no digerible.

El porcentaje de digestibilidad se calculó con la posterior ecuación

$$\% \text{ de digestibilidad} = \frac{\text{proteína total} - \text{proteína no digerible}}{\text{proteína total}} * 100$$

b) Evaluación de las propiedades funcionales y viscosidad aparente

Las propiedades funcionales se desarrollaron tomando como referencia el método descrito por MA Y MU (2016).

➤ Capacidad de hinchamiento (CH)

Se pesó 100 mg de harina germinada de sangorache, el cual fue incorporado a tubos cónicos con 0.2 mL de graduación, posterior de ello se añadió 15 mL de agua destilada, las muestras fueron agitadas y homogenizadas con agitador vortex, el volumen preliminar fue tomada una vez homogenizada la solución posterior a ello dejar en reposo durante las 18 h a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo definido se tomó el volumen final. El resultado de calcularon por la ecuación (1) y expresado en mL de agua por gramo de materia seca (mL/g) (MA Y MU, 2016).

$$CH = \frac{v_2 - v_1}{m} \quad (1)$$

Donde: v_1 es el volumen (mL) de la muestra seca, v_2 el volumen de la muestra hidratada (mL) y m es el peso de la muestra seca (g).

➤ Capacidad de absorción y retención de agua (CAA y CRA)

Se pesó 200 mg de la harina germinada el cual fue adicionado en tubos cónicos e hidratados con un exceso de agua destilada de 15 mL y fueron agitadas y homogenizadas con un agitador vortex, hasta ganar una mezcla homogénea. Para la CAA, las muestras hidratadas y homogenizadas se dejaron a

temperatura ambiente por una hora y para CRA se almacenaron a 37 °C por 18 h. completado los tiempos correspondientes fueron centrifugadas a 3000 rpm por 10 min. Eliminados los sobrenadantes.

Los resultados fueron calculados por el uso de ecuación (2), expresados en g de agua absorbida o retenida por g de materia seca (g/g) (MA Y MU, 2016).

$$CAA \text{ y } CRA = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \quad (2)$$

Donde m_1 es el peso seco (g) de la muestra y m_2 es el peso (g) de la muestra húmeda.

➤ **Solubilidad en agua (SA)**

Las soluciones de concentraciones 1% (p/v) de fécula germinada de sangorache en agua destilada fueron agitadas y homogenizadas con un agitador vortex y llevados a un baño maría con vibración a 90 °C por 30 min. Transcurrido el periodo las soluciones fueron enfriadas a temperatura ambiente y centrifugada a 3000 rpm por 30 min. El sobrenadante fue recuperada y secada en una estufa a 105 °C por 2 horas. Los resultados fueron calculados mediante el uso de la ecuación (3), y expresados en porcentaje (por ciento) (MA Y MU, 2016).

$$SA = \frac{m_2}{m_1} * 100 \quad (3)$$

Donde m_1 es el peso seco (g) inicial de la muestra y m_2 es el peso seco (g) de la muestra después de la evaporación de agua.

➤ **Capacidad de adsorción de aceite (CAAc)**

Se pesó 200 mg de harina germinada posterior a ello fue añadido en tubos cónicos y mezclados con un exceso de aceite de 10 mL, agitados y homogenizados con un agitador vortex y almacenados por 18 horas a temperatura ambiente y centrifugados a 3000 rpm por 20 min. El sobrenadante eliminado. Los resultados fueron calculados por la ecuación (4) y expresados en g de grasa adsorbida por g de materia seca (g/g) (Ma y Mu, 2016).

$$CAAc = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \quad (4)$$

Donde m_1 es el peso seco (g) de la muestra y m_2 es el peso (g) de la muestra con aceite.

c) Viscosidad

La viscosidad aparente fue desarrollada tomando como referencia el método descrito por GARCÍA (2015).

Para el análisis de la viscosidad aparente se utilizó el viscosímetro rotacional brookfield del spindle husillo N° (0) para el cual se prepararon soluciones de concentración 1% (m/m) de harina germinada de sangorache en agua destilada que fueron centrifugadas a 3000 rpm, por 10 min. Para tener una mezcla homogénea.

Los sobrenadantes de la mezcla fueron transferidos al cilindro concéntrico, donde una vez fijada el cilindro concéntrico se programó el equipo. La programación del equipo consto de cinco pasos donde en cada paso aumentaba el número de revoluciones por minuto de 10 rpm, cada 10seg. Para estimar la viscosidad aparente se utilizó la ecuación (5)

$$\tau = K\gamma^n \quad (5)$$

Donde:

τ = el esfuerzo de corte (N/m^2); K = índice de consistencia ($N.S^n/m^2$)

γ = velocidad de deformación (S^{-1}) n = índice de comportamiento

4.6 Análisis estadístico

Para medir el efecto del tiempo de germinado sobre el contenido de proteína, el porcentaje de digestibilidad de proteína, propiedades funcionales y la viscosidad aparente, se utilizó el diseño completamente aleatorizado (DCA):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y , son las observaciones para las variables de respuesta; μ , la media general; τ_j , efecto de los diferentes tratamientos y ε_{ij} , el error experimental.



Los datos fueron expresados como el promedio \pm desviación estándar (DE), número de repeticiones ($n=3$). La diferencia entre tratamientos se determinó por el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias de Tukey (estadísticamente significativos: $p<0.05$), con el programa SPSS Statistics versión 26.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

a. Rendimiento del germinado

Tabla 6. Rendimiento del germinado

Sangorache germinado	Rendimiento (%)
48 horas de germinado	93.3
72 horas de germinado	89.3
96 horas de germinado	66.7

La tabla 6 muestra como disminuye el rendimiento de la harina del germinado según progresa el tiempo desde 93.3 – 66.7% esto debido a la eliminación de las raicillas y embrión desarrollados durante el germinado.

b. Efecto de los tiempos de germinado sobre el contenido y digestibilidad *in vitro* de proteína de la harina de sangorache germinado

Tabla 7. Contenido de proteína y digestibilidad *in vitro* de la proteína de la harina de sangorache germinado (bs)

Tiempo de germinado (h)	Contenido de proteínas (%)	Contenido de proteínas después de digestión con enzima (%)	Digestibilidad de la harina de sangorache (%)
HSSG	17.24 ± 0.15 ^b	8.49 ± 0.54 ^b	50.78 ± 2.74 ^a
HSG 48h	14.02 ± 0.86 ^a	3.86 ± 0.54 ^a	72.35 ± 4.64 ^b
HSG 72h	13.53 ± 0.62 ^a	4.03 ± 0.27 ^a	70.17 ± 2.34 ^b
HSG 96h	13.07 ± 0.71 ^a	3.86 ± 0.54 ^a	70.52 ± 3.26 ^b

Promedio ± desviación estándar (n=3).

Superíndices con diferentes letras dentro de una columna indican diferencias significativas (p<0.05).

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

La tabla 7 muestra que los granos de sangorache sin germinar presentan un 17.24% de proteína, sin embargo, el % de proteína disminuye según avanza el tiempo de germinada hasta 13.07%.



Muestra también que el germinado de sangorache aumentó el % de digestibilidad de proteína a comparación de la semilla de sangorache sin germinar de 50.78% hasta 70.52%, mostrando diferencias significativas con respecto a la digestibilidad de los granos no germinados con un nivel de 95% de confianza, por lo tanto, se puede decir si existe diferencias significativas de la digestibilidad del sangorache germinada con respecto a los granos no germinados, para lo cual son comprobados estadísticamente ver anexo.

c. Efecto de los tiempos de germinado sobre las propiedades funcionales de la harina de sangorache germinado

Tabla 8. Propiedades funcionales de harina de sangorache germinado

Tiempo de germinado (h)	Propiedades funcionales (*)				
	CH (mL/g)	CRA (g/g.m.s)	CAA (g.H ₂ O/g.m.s)	SA (%)	CAAc (g/g.m.s)
HSSG	8.19 ± 0.49 ^b	2.54 ± 0.39 ^{ab}	1.93 ± 0.36 ^a	17.70 ± 1.31 ^a	2.53 ± 0.19 ^a
HSG 48h	8.74 ± 0.04 ^b	1.88 ± 0.53 ^a	2.01 ± 0.71 ^a	15.56 ± 1.94 ^a	2.47 ± 0.12 ^a
HSG 72h	8.73 ± 0.05 ^b	2.25 ± 0.18 ^a	2.31 ± 0.06 ^a	17.21 ± 2.42 ^a	2.72 ± 0.06 ^{ab}
HSG 96h	6.13 ± 0.03 ^a	3.66 ± 0.77 ^b	3.12 ± 0.99 ^a	15.32 ± 1.75 ^a	3.17 ± 0.38 ^b

Promedio ± desviación estándar (n=3).

Superíndices con diferentes letras dentro de una columna indican diferencias significativas (p<0.05).

(*): CH, es la capacidad de hinchamiento; CRA, capacidad de retención de agua; CAA, capacidad de absorción de agua; SA, solubilidad en agua y CAAc, capacidad de adsorción de aceite.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

➤ Capacidad de hinchamiento

La tabla 8 muestra que, durante la hidratación por 18h de la harina de sangorache sin germinar y germinado a temperatura ambiente, presenta un ligero aumento de la capacidad de hinchamiento conforme avanza el tiempo de germinado a comparación de la muestra si germinar. Muestra también una diferencia significativa con la harina de 96h de germinado donde la capacidad de hinchamiento disminuye desde 8.19 – 6.13 mL/g.

➤ Capacidad de retención de agua

La tabla 8 muestra que, durante la hidratación por 18h a 37 °C de la harina de sangorache sin germinar, con 48h, 72h y 96h de germinado, presenta una



diferencia estadísticamente significativa que, durante 48h de germinado a disminuir, a la vez que a mayor tiempo de germinado la capacidad de retención de agua aumenta siendo está muy favorable.

➤ **Capacidad de absorción de agua**

La tabla 8 muestra que, durante la hidratación por 1h a temperatura ambiente de la harina de sangorache sin germinar, con 48h, 72h y 96h de germinado presenta un incremento proporcional, es decir a más tiempo de germinado mayor es la capacidad de absorción de agua, pero no presenta una diferencia estadísticamente significativa.

➤ **Solubilidad en agua**

La tabla 8 muestra que, durante la hidratación por 30min a 90 °C con agitación de la harina de sangorache sin germinar, con 48h, 72h y 96h de germinado, indica que la solubilidad en agua bario en pequeñas proporciones, pero no mostro una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

➤ **Capacidad de retención de aceite**

La tabla 8 muestra que, durante la hidratación por 18h a temperatura ambiente de la harina de sangorache sin germinar, con 48h, 72h y 96h de germinado, muestra que la capacidad de adsorción de aceite incrementa según el tiempo de germinado, es decir que la capacidad de adsorción de aceite es mayor a más tiempo de germinado y presente una diferencia estadísticamente significativa.

d. Efecto de los tiempos de germinado sobre las propiedades de consistencia de la harina de sangorache sin germinar, con 48h, 72h y 96h de germinado

Tabla 9. Propiedades de consistencia de la harina de sangorache germinado

Tiempo de germinado (h)	<i>k</i> , índice de consistencia (Pa.s ⁿ)	<i>n</i> , índice de comportamiento	Ecuación reológica (potencia)	μ_a , viscosidad aparente (Pa.s) (*)
HSSG	0.0246	1.55	$\tau=0.0246\gamma^{1.55}$	0.178
HSG 48	0.0493	1.06	$\tau=0.0493\gamma^{1.06}$	0.061
HSG 72	0.0655	0.94	$\tau=0.0655\gamma^{0.94}$	0.053
HSG 96	0.0623	0.93	$\tau=0.0623\gamma^{0.93}$	0.04

(*), Estos valores fueron calculados en forma arbitraria a 30 RPM, siendo un valor diferente para otras velocidades.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

La tabla 9 indica que el tipo de fluido es cambiante, es decir que la harina sin germinar y la harina germinada durante los 48h son fluidos dilatantes y los germinados por 72 h



y 96 h son fluidos pseudoplásticos, también muestra que la viscosidad disminuye según avanza el tiempo de germinado.

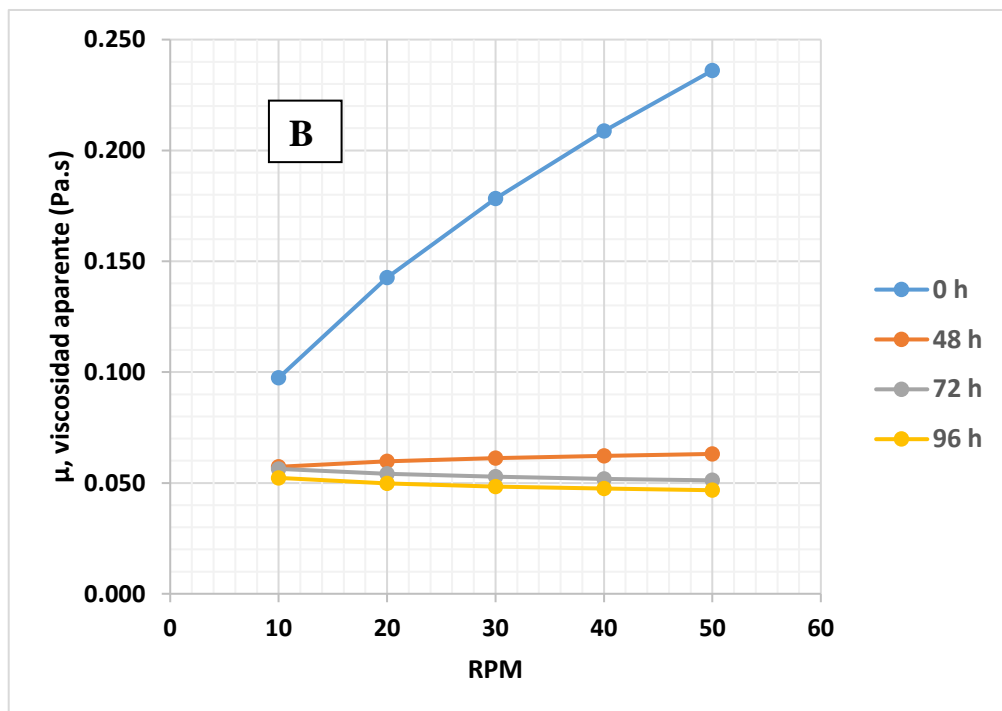
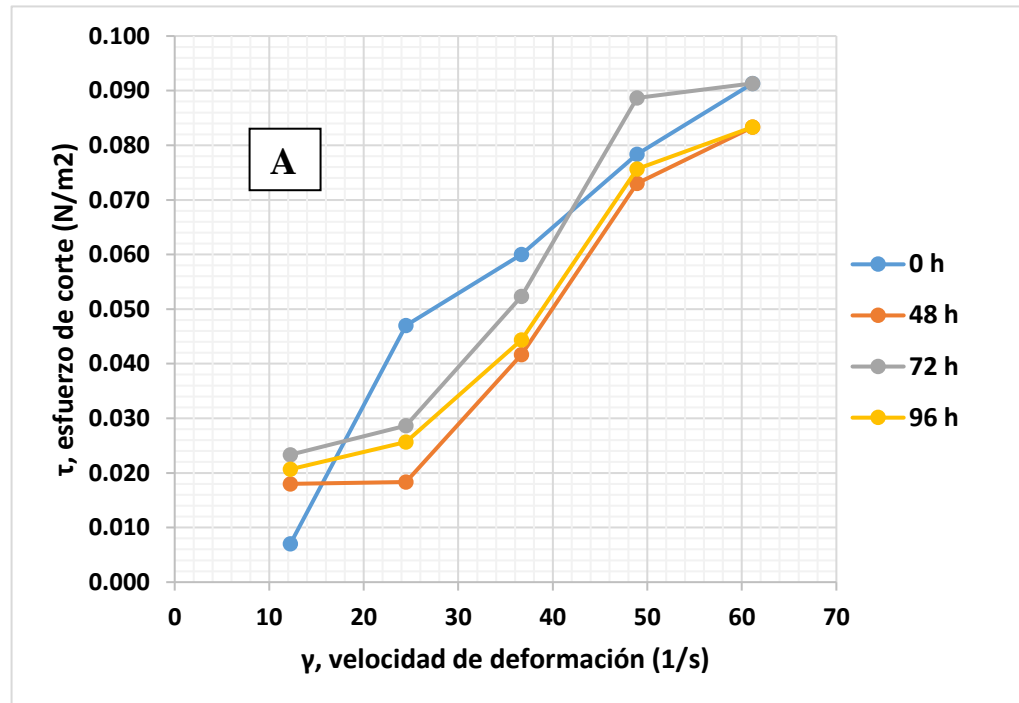


Figura 10. Curvas de consistencia del fluido centrifugado de la harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado A: esfuerzo de corte versus la velocidad de deformación; B: viscosidad aparente versus las revoluciones por minuto (RPM).

5.2 Contratación de hipótesis

a. Contenido de la proteína y digestibilidad de la proteína

En el contenido de proteína existe diferencia estadísticamente significativa en uno de los tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

$$H_a: 17.24\%^b \neq 14.025\%^a = 13.53\%^a = 13.07\%^a$$

En % de digestibilidad de proteína existe diferencia estadísticamente significativa en uno de los tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

$$H_a: 50.78\% \pm 2.74\%^a \neq 72.35\% \pm 4.64\%^b = 70.17\% \pm 2.34\%^b = 70.52\% \pm 3.26\%^b$$

b. Propiedades funcionales

En la capacidad de hinchamiento existe diferencia significativa estadísticamente en uno de los tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

$$H_a: 8.19 \pm 0.49^b \neq 8.74 \pm 0.004^b = 8.73 \pm 0.05^b \neq 6.13 \pm 0.03^a$$

En la capacidad de retención de agua existe diferencia significativa estadísticamente en uno o más de los tratamientos, siendo la hipótesis nula rechazada y aceptando la hipótesis alternativa.

$$H_a: 2.54 \pm 0.39^{ab} \neq 1.88 \pm 0.53^a = 2.25 \pm 0.18^a \neq 3.66 \pm 0.77^b$$

En la capacidad de absorción de agua no existe diferencia significativa estadísticamente en uno de los tratamientos, la hipótesis alternativa rechazada y la hipótesis nula aceptando.

$$H_0: 1.93 \pm 0.36^a = 2.01 \pm 0.71^a = 2.31 \pm 0.06^a = 3.12 \pm 0.99^a$$

En la solubilidad en agua no existe diferencia significativa estadísticamente en uno de los tratamientos, la hipótesis alternativa rechazando y la hipótesis nula aceptando.

$$H_0: 17.70 \pm 1.31^a = 15.56 \pm 1.94^a = 17.21 \pm 2.42^a = 15.32 \pm 1.75^a$$

En la capacidad de adsorción de aceite existe diferencia significativa estadísticamente en uno o más de los tratamientos, la hipótesis nula rechazando y la hipótesis alternativa aceptando.

$$H_a: 0.178 \neq 0.061 \neq 0.053 \neq 0.04$$

c. Índice de consistencia

En el índice de consistencia existe diferencia significativa estadísticamente en uno de los tratamientos, la hipótesis nula rechazando y la hipótesis alternativa aceptando.

$$H_a: 0.19 \pm 0.09^b \neq 0.89 \pm 0.06^a = 0.59 \pm 0.03^a = 0.53 \pm 0.02^a$$

5.3 Discusión

a. Efecto de los tiempos de germinado sobre el contenido y la digestibilidad *in vitro* de la harina de sangorache germinado.

Los resultados del contenido de proteína de la tabla 7, indican la disminución del contenido de proteína según avanza el tiempo de germinado desde el 17.24% hasta 13.07%, es decir que a mayor tiempo de germinado de las semillas de sangorache el contenido de proteína disminuye, los resultados obtenidos son similares a los reportes de ELBALOULA *et al.*, (2014), quien indicó que la disminución del contenido de proteína se debió a que el porcentaje de proteína disminuida fue usado para el evolución y proceso del embrión, donde la fécula y la proteína se degradaron en azúcares solubles y aminoácidos durante el brote, esto oportuno a la interferencia del sistema metabólico para conservar almidón y proteína por amilosas y proteasas.

TORRES *et al.*, (2018), indica que los resultados obtenidos del brote de *Cajanuscajan* mostraron una reducción de proteína debido a que a medida se desarrollaba el germen las reservas indicando que los aminoácidos liberados fueron empleados en la síntesis de nuevas proteínas con el objetivo de proporcionar energía mediante la oxidación de sus estructura, debido a que las fracciones proteicas se transformaron en otros de pequeño peso molecular, básicamente en pequeños péptidos y aminoácidos.

SALAS (2010), indica que la reducción del contenido de proteína se debió a la hidrólisis de muchas enzimas como las proteolíticas, lipasas, celulasas que se activaron en función a su sustrato, donde el nitrógeno y fósforo fueron eliminados en las raicillas en mínimas cantidades durante el secado.

La tabla 7, presenta los resultados del % de digestibilidad *in vitro* de la proteína, los resultados indican que el germinado aumentó la digestibilidad de 50.78% hasta 70.52%, mostrando la diferencia significativa entre el grano sin germinar y germinado, pero entre tratamientos no hay diferencia significativa, los resultados son similares a los reportes encontrados por, SALAS (2010), que indica que la digestibilidad aumentó en las semillas germinadas por la activación de muchas enzimas como las proteolíticas o proteasas, lipolíticas o lipasas, celulasas, las α amilasas, las β amilasas en función a su sustrato convirtiéndolo en sustratos más digeribles, que a mayores días de germinación la consistencia de grasa, fibra, ceniza y proteína, son muy bajas y la concurrencia de gluten es mayor, por ello su digestibilidad de los cereales aumenta constantemente; de la misma manera PEZÚA (2017), explica que los granos germinados tienen mayor digestibilidad con respecto al grano no germinado debido a la disminución del nitrógeno, por el desdoblamiento de la grasa y la eliminación de las raicillas durante el



secado de los granos. Por otro lado, indica también que la germinación genere un incremento de la audacia en la digestibilidad y explica que el aumento de la digestibilidad puede ser por motivo de que a medida que progresa la germinación, las fracciones proteínicas de reserva se transforman en otras de pequeño peso molecular, especialmente pequeños péptidos y aminoácidos, lo cual los hace más digerible para el órgano que lo consume. Explica además que el incremento de la digestibilidad de la proteína puede ser como consecuencia de la desnaturalización que estas sufren por acción del calor. La desnaturalización es un cambio en el cual la proteína pasa de un estado estructurado a un estado desordenado en el cual se producen modificaciones en sus estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria, lo cual puede expandir su disponibilidad o digestibilidad.

b. Efecto de los tiempos de germinado sobre las propiedades funcionales de la harina de sangorache germinado

La tabla 8 muestra los resultados de la capacidad de hinchamiento, donde se observó que la harina de sangorache muestra un mínimo aumento en el poder hinchamiento en los primeros 72h de germinado, por otro lado, muestra una disminución de la capacidad de hinchamiento significativamente a 96 h de germinado, los resultados son similares a lo reportado por OCHEME *et al.*, (2015), en su investigación el poder de hinchamiento de las harinas aumentó significativamente ($p < 0.05$) a medida que va en aumentó el tiempo de germinación, donde la capacidad de hinchamiento osciló entre 22 mL / g y 23.20 mL / g. OCHEME *et al.*, (2008), reportaron un acrecentamiento en el poder hinchamiento del almidón de mijo como resultado de la germinación. Explican que el incremento en el poder de hinchamiento probablemente se debió a un incremento en sólidos solubles provocados por la descomposición de lípidos, fibras y una mayor cantidad de complejo amilosa - lípido en albumen que podría inhibir la prolongación de los gránulos de hidrato de carbono. Las grasas pueden adiestrar complejos con albumen y restringir la capacidad de hinchamiento y que está positivamente relacionada con la cantidad de solidos solubles.

Los resultados de la capacidad de retención de agua se muestran en la tabla 8 donde muestra que acorde avance el tiempo de germinado es mayor la capacidad de retención de agua mostrando así una diferencia significativa de la harina sin germinar. HANDA *et al.*, (2017), en su investigación explica que el aumento en la aptitud de retención de agua y el índice de solubilidad se pueden atribuir a la descomposición de los polisacáridos en monosacáridos durante el brote de la semilla; en tal sentido, los sitios



activos para la interacción entre el agua y las moléculas aumentan, por lo tanto, son responsables del incremento de estas dos propiedades funcionales.

El brote de la semilla incrementó la CAA de los granos crudos de *Phaseolus vulgaris* negra en un 55.6%, mientras que a pH 6 y 8 expresión incremento fue de 66 y 33%, respectivamente. igualmente explica que la CAA de un indicio no es necesariamente una representación de su contenido proteico y que el instinto de componentes no proteicos puede incluso perjudicar sobre la CAA. Tal competencia depende de las interacciones proteína-agua y agua-agua, y acciones físicas de capilaridad, por lo que una mayor CAA se puede aplicar a la retención física de agua por movimiento capilar en la nueva estructura formada por agregación de las proteínas.

Los resultados de la solubilidad en agua (SA) se hallan en la tabla 8, donde los resultados no muestran una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, por el contrario, SANGRONIS *et al.*, (2004), indica que el brote de semilla aumenta significativamente ($p < 0.05$) la solubilidad de las proteínas en cereales de leguminosas. MIZUBUTI *et al.*, (2000), reportaron en almidón de *Cajanuscajan* una mínima solubilidad (25.62%) a pH en torno a de 4.5, en el método de solubilización, incluso afectan dichas propiedades. La solubilidad proteica es útil en existencias alimenticios donde se requieren propiedades como gelificación, formación de espuma y emulsificación o donde la proteína residirá en solución.

La tabla 8 muestra que la capacidad de retención de aceite, muestra diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. OCHEME *et al.*, (2015), explica que la mayor disponibilidad de retención de grasa es adecuada al estímulo del germinado que se requiere a la solubilidad y disociación de las proteínas las mismas que conducen a la exposición de componentes no polares en el interior de las proteínas moleculares, explica también que la inmersión de un alimento con esta capacidad puede ser empleado como sustitutos y extendedores de carne.

c. Efecto de los tiempos de germinado sobre las propiedades de consistencia de la harina de sangorache germinado

La tabla 9, muestra una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, donde el germinado tiene efecto en la consistencia de la harina germinada de sangorache donde la viscosidad aparente disminuye conforme el tiempo de germinado incrementa, conforme a la ecuación reológica encontrada, resultandos fluidos pseudoplásticos. Resultados encontrados similares de SUÁREZ (2018), indica que las emulsiones de amaranto presentaron un comportamiento pseudoplástico ($n < 1$). Explica que esto se debió los dos pHs (APA- pH6.3 y APA- pH2.0), ensayados al agrandar la concentración



de las macromoléculas aumentó la viscosidad. AMPUERO (2016), explica que la presencia de los hidroxilos con enlaces de hidrógenos propios de la molécula del agua acrecentó la viscosidad.

HUAQUI (2013), explica que el comportamiento no newtoniano del conjunto de los productos de la industria alimentaria se debe a la afinidad del esfuerzo de corte con la velocidad de corte ya que este no es lineal, presentando por lo habitual un comportamiento pseudoplástico por el adelgazamiento de la velocidad de corte, del mismo modo, explica que la viscosidad aparente disminuye cuando aumenta la velocidad de corte, con acto convexo.

MULLER *et al.*, (1978), indica que en fluidos de comportamiento pseudoplástico, al existir partículas en suspensión y sometidos a un esfuerzo cortante, cuales pueden fluir muy sencillamente causando una disminución de la viscosidad que, estas se orientan por sí mismas.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados del presente trabajo de investigación se tiene las siguientes conclusiones:

- a. El contenido de proteína de sangorache disminuye durante el germinado desde 17.24 % hasta 13.07 %, en cambio la digestibilidad *in vitro* incrementa desde 50.78 % hasta 72.35 %. Por otro lado, el tiempo de germinado no tienen efectos sobre estas propiedades.
- b. Algunas de las propiedades funcionales, tales como la capacidad de retención y absorción de agua y capacidad de adsorción de aceite incrementan con respecto al tiempo de germinado de la semilla de sangorache y efectos contrarios en la capacidad de hinchamiento y la solubilidad en agua.
- c. El factor tiempo durante el proceso de germinado de la semilla de sangorache, influye sobre el tipo de fluido y la consistencia; adoptando un tipo de fluido no newtoniano para todos los tratamientos. Además, se ha observado una disminución en la viscosidad aparente de la semilla germinada de sangorache con respecto a la semilla no germinada.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda efectuar estudios del comportamiento de cocción del germinado de sangorache en diferentes condiciones de germinación (condiciones de luz, tiempo de remojo y temperatura).
- Se recomienda ejecutar estudios sobre el efecto de la cocción del sangorache germinado sobre los componentes de los elementos minerales (calcio, fosforo, zinc y hierro).
- Se recomienda desarrollar estudios de efecto de la temperatura y humedad en la germinación de granos de sangorache.
- Se recomienda realizar estudios sobre los efectos de los componentes anti nutricionales de granos de sangorache al aplicarles el proceso biotecnológico de la germinación y cocción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUADO, J., CALLES, J. A., CAÑIZARES, P., LÓPEZ, B., SANTOS, A., & SERRANO, D. (2002). *Ingeniería de la industria alimentaria*. (F. Rodríguez, Ed.) Madrid: Síntesis.
- AGUIRRE FIERRO, S., & PIEANEQUE GAMBASICA, N. (2015). *Germinación y Desarrollo de Jatropha curcas L. Etapa de Viveros en Diferentes Estratos en Santa Martha Magdalena* (Vol. 45). Colombia: Suelos Ecuatoriales.
- AMPUERO BUENDIA, J. J. (2016). *Efecto de la concentración de tres gomas sobre el índice de consistencia y la sinéresis de la salsa de Ají*. Lima: (Tesis de Pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola. Facultad de Ingeniería.
- BARRALES DOMÍNGUES, J. S., BARRALES BRITO, E., & BARRALES BRITO, E. (2010). *Amaranto: Recomendaciones para su producción*. Mexico, D.F: D.F Plaza y Vandés S.A de C.V.
- BARRÓN YÁNES, M. R., VILLANUEVA VERDUZCO, C., GARCÍA MATEOS, M. R., & COLONAS LEÓN, M. T. (2009). *Valor nutritivo y contenido de saponinas en germinados de huauzontle (Chenopodium nuttalliae Saff.), calabacita (Cucurbita pepo L.), canola (Brassica napus L.) y amaranto (Amaranthus leucocarpus S)*. Mexico: Serie Horticultor.
- BRAVO, M., REYNA, J., & HUAPAYA, M. (2013). *Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (Chenopodium quinoa) y kiwicha (Amarantus caudatus)* (Vol. 16). Revista Peruana de Química e Ingeniería Química.
- BRENNER, D. M., BALTENSBERGER, D. D., KULAKOW, P. A., LEHMANN, J. W., MYERS, R. L., SLABBERT, M. M., & SLEUGH, B. B. (2000). *Genetic resource and breeding of Amaranthus* (Vol. 19). New York: Plant Breeding Review.
- CARCIOCHI, R. (2014). *Obtención de ingredientes alimenticios con capacidad antioxidante mejorada por aplicación de distintos procesos a semillas de quinua (Chenopodium quinoa)*. . Buenos Aires: (Tesis Doctoral en Bromatología). Universidad de Buenos Aires.



- CASTEL, M. V. (2010). *Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto*. Santa Fe: (Tesis Doctoral). Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería.
- CHAPARRO ROJAS, D. C., PISMAG PORTILLO, R. Y., VIVAS QUILA, N. J., & ERAZO CAICEDO, C. A. (2010). *Efectos de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua y guandul* (Vol. 8). Colombia: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.
- CRIOLLO MINCHALO, P. G., & FAJARDO CARMONA, S. I. (2010). *Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (Amaranthus hybridus) en la preparación de galletas*. Ecuador: tesis de pregrado.
- ELBALOULA MAHA, M. F., YANG, R., GUO, Q., & GU, Z. (2014). *Major nutrient compositions and functional properties of sorghum flour at 0–3 days of grain germination* (Vol. 65). *Internacional journal of food sciences and nutrition*. doi:10.3109
- FAO, I; UNICEF. (2017). *The State of Food Security and Nutrition in the World* .
- FLORES BENDEZÚ, J., ROJAS, B., ALARCON TATUTTI, E., & GUTIERREZ, C. (2015). *Desnutrición crónica y anemia en niños menores de 5 años de hogares indígenas del Perú: análisis de la encuesta demográfica y de la salud familiar 2013* (Vol. 76). Lima: (Facultad de Medicina). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- GARCIA DÍAZ, C. L., & ALANIS GUZMAN, G. (2005). *Manual de analisis fisicoquimico de alimentos* (Vol. 4). Mexico: Universidad Autonoma de Nuevo León C.D. Universitaria San Nicolas de la Garza Nuevo León.
- HANDA, V., KUMAR, V., PANGHAL, A., SURI, S., & KAUR, J. (2017). *Effect of soaking and germination on physicochemical and functional attributes of horsegram flour* (Vol. 54). *Journal of food Science and Technology*. doi:10.1007/s13197-017-2892-1
- HUANQUI CRUZ, C. R. (2013). *Caracterización matemática del comportamiento reológico del néctar de quinua - higo*. Tacna: (Tesis de Pregrado, Facultad de Ingeniería). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Ingeniería Química.
- HUNG, P. V., TOMOKO, M., YAMAMOTO, S., & MORITA, N. (2012). *Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat* (Vol. 92). *Journal of the Science and Agriculture*. doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.4628



- INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, QUITO (INIAP). (2008). *El ataco, sangorache o amaranto negro (Amaranthus hybridus L.) en Ecuador*. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Quito.
- LEÓN, A. E., ROSELL, C. M., GOMÉZ PALLARÉS, M., BRITES, C., AROS, M., TRIGO, M. J., & COLLAR, C. (2007). *De Tales Harinas, Tales Panes*. Argentina: Baéz Ediciones. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Elevina_Perez/publication/230820461_Arroz/links/0fcfd504f9f6753069000000.pdf
- LUIS, G. M., HÉRNANDEZ B, R. H., CABALLERO, V. P., LÓPEZ, N. G., ESPINOZA, V., & PACHECO, L. R. (2018). *Usos actuales y potenciales de Amaranto (Amaranthus spp.)* (Vol. 3). España: Jurnal of Negative and no Positive Results.
- MA, M., & MU, T. (2016). *Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural* (Vol. 194). doi:Food Chen. doi:10.1016/j.foodchem.2015.07.095
- MANTILLA, Á. J. (2003). *Ecofisiología de germinación de semillas*. (j. Azcón, M. Bieto, & Talon, Edits.)
- MARTIN RUEDA, L. (2005). *Más energía y salud con los germinados* (Vol. 132). Oceano.
- MULLER, H. G., & GONZÁLES, J. B. (1978). *Introducción a la reología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- OMARY, M. B., FONG, C., ROTHSCHID, J., & FINNEY, P. (2012). *Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals* (Vol. 89). Cereal Chemistry.
- PERALTA, I. (2009). *Amaranto y Ataco: Preguntas y Respuestas*. Quito, Ecuador. Obtenido de https://issuu.com/academiaculinaria/docs/estado_del_arte_del_amaranto_en_ecu
<https://es.scribd.com/document/336734787/AMARANTO-Y-ATACO-P-R-pdf>
- PEZÚA CÉSPEDES, R. (2017). *Digestibilidad in vitro de la proteína y la composición nutricional de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa willd) germinada y cocida*. Andahuaylas: (Tesis de Pregrado, Ingeniería). Universidad Nacional José María Arguedas.



- PITA VILLAMIL, J. M., & GARCIA PÉREZ, J. (1998). *Germinación de semillas*. Madrid. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- RAMÍREZ NAVAS, J. S. (2006). *Introducción a la reología de los alimentos*. Cali-Colombia.
- ROMO, S., ROSERO, A., FORRERO, C., & CERON, E. (2006). *Potencial nutricional de harinas de quinua (Chenopodium quinoa W) variedad piartal de los andes colombiano*. Cauca-Colombia.
- SALAS DELGADO, R. R. (2010). *Efecto del malteado de quinua (Chenopodium quinoa) kañiwa (Chenopodium pallidicaule aellen) y kiwicha (Amaranthus caudatus) en la elaboración de galletas*. Abancay: (Tesis de Pregrado, Ingeniería Agroindustrial), Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- SANGRONIS, E., MACHADO, C., & CAVA, R. (2004). *Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (Phaseolus vulgaris y Cajan cajan) germinadas* (Vol. 29). Interciencia. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000200007&lng=es&nrm=iso
- SUÁREZ, S. (2018). *Péptidos antihipertensivos de proteínas de amaranto. Estudio de emulsiones y galletitas como sistemas funcionales*. Argentina: (Tesis Doctoral, Ciencias exactas), Universidad Nacional de la Plata.
- TORRES, A., COVA, A., & VALERA, D. (2018). *Efectos del proceso de germinación de granos de Cajanuscajan en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y bioaccesibilidad mineral* (Vol. 45). Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos.
- VILCANQUI PÉREZ, F. (2018). *Propiedades funcionales y fisiológicas de dietas con fibra soluble (Goma de Tara) e insoluble (Hojas de Agave) en ratas Holtzman*. Lima: (Tesis Doctoral, Doctoris Philosophiae en Nutrición). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.



ANEXOS



Anexo 1. Datos del contenido de proteína y % de digestibilidad de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado

Tratamiento	Repetición	Proteína 1 ^a	Proteína 2 ^b	Digestibilidad
HSSG	1	17.23	8.39	51%
	2	17.10	8.00	53%
	3	17.40	9.08	48%
HSG 48 h	1	13.07	4.17	68%
	2	14.74	4.18	72%
	3	14.23	3.23	77%
HSG 72 h	1	12.85	3.92	69%
	2	13.67	4.34	68%
	3	14.07	3.83	73%
HSG 96 h	1	13.85	4.17	70%
	2	12.91	4.18	68%
	3	12.45	3.23	74%

^a; contenido de proteína antes de la digestibilidad.

^b; contenido de proteína después de la digestión con enzima.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Anexo 2. ANOVA para contenido de proteína de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado (bs)

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón - F	Valor - P
Entre grupos	32.230	3	10.743	26.028	0.000
Dentro de grupos	3.302	8	0.413		
Total	35.532	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de aspecto en dos componentes: un elemento entre – grupos y un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es terso a 26.028, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. espacio que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del contenido de proteína entre un nivel de tratamiento de ambos, con un grado de 95% de confianza.

Anexo 3. Comparación de medias por Tukey para el contenido de proteína

HSD Tukey ^a			
Observaciones	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HSG 96 h	3	13.070%	
HSG 72 h	3	13.530%	
HSG 48 h	3	14.013%	
HSSG	3		17.243%
Sig.		0.340	1.000

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

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.
- b. HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de relatividad compuesta para determinar cuáles medidas son significativamente de otros. El método del contenido de proteína de sangorache sin germinar señala diferencia estadísticamente significativa con respecto del sangorache germinado con 48h, 72h y 96 h de germinado con un nivel del 95% de confianza. Por lo tanto, se puede decir si existe diferencias estadísticamente significativas del sangorache sin germinar con el sangorache con 48h, 72h y 96 h de germinado por lo tanto se puede mencionar que el sangorache germinado es menor en el contenido de proteína del sangorache sin germinar. La lógica empleada actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY.

Anexo 4. ANOVA para contenido de proteína de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado después de la digestión con la enzima pepsina al 0.2% en HCL 0.075N (bs)

Fuente	Suma de cuadrados	l	Media cuadrática	Razón -F	Valor -P
Entre grupos	47.104	3	15.701	64.848	0.000
Dentro de grupos	1.937	8	0.242		
Total	49.041	1			

La tabla ANOVA descompone la varianza de aspecto en dos componentes: un elemento entre – grupos y un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es igual a 64.848, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. espacio que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia



estadísticamente significativa entre la media del contenido de proteína entre un nivel de tratamiento de ambos, con un grado de 95% de confianza.

Anexo 5. Comparación de medias por Tukey para el contenido de proteína después de la digestión con la enzima pepsina al 0.2% en HCL 0.075N (bs)

HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05	
Observaciones	N	1	2
HSG 48 h	3	3.86%	
HSG 96 h	3	3.86%	
HSG 72 h	3	4.03%	
HSSG	3		8.49%
Sig.		0.973	1.000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de relatividad compuesta para determinar cuáles medidas son significativamente de otros. El método del contenido de proteína de sangorache sin germinar después de la digestión con enzima señala diferencia estadísticamente significativa con respecto del sangorache germinado con 48h, 72h y 96 h de germinado con un nivel del 95% de confianza. Por lo tanto, se puede decir si existe diferencias estadísticamente significativas del sangorache sin germinar con el sangorache con 48h, 72h y 96 h de germinado por lo tanto se puede mencionar que el sangorache germinado es menor en el contenido de proteína del sangorache sin germinar. La lógica empleada actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY.

Anexo 6. ANOVA para % de digestibilidad aparente de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razo-F	Valor-P
Entre grupos	929.109	3	309.703	27.420	0.000
Dentro de grupos	90.358	8	11.295		
Total	1019.467	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de aspecto en dos componentes: un elemento entre – grupos y un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es semejante a 27.420, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo

internamente de conjuntos. espacio que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del % de digestibilidad aparente de proteína entre un nivel de tratamiento de ambos, con un grado de 95% de confianza.

Anexo 7. Comparación de medias por Tukey para % de digestibilidad

HSD Tukey ^a			
observaciones	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HSSG	3	50.78%	
HSG 72 h	3		70.17%
HSG 96h	3		70.52%
HSG 48 h	3		72.34%
	Sig.	1.000	0.857

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de relatividad compuesta para determinar cuáles medidas son significativamente de otros. El método del % de digestibilidad de proteína de sangorache sin germinar señala diferencia estadísticamente significativa con respecto del sangorache germinado con 48h, 72h y 96 h de germinado con un nivel del 95% de confianza. Por lo tanto, se puede decir si existe diferencias estadísticamente significativas del sangorache sin germinar con el sangorache con 48h, 72h y 96 h de germinado por lo tanto se puede mencionar que el sangorache germinado es más digerible que el sangorache sin germinar. La lógica empleada actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY.

Anexo 8. Datos de propiedades funcionales de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado

Tratamientos	Repeticiones	Propiedades funcionales de harina de sangorache germinado				
		CH	CRA	CAA	SA	CAAc
HSSG	1	8.00	2.71	1.68	19.05	2.31
	2	8.76	2.82	2.34	16.44	2.59
	3	7.83	2.08	1.75	17.62	2.69
HSG 48h	1	8.74	2.25	2.28	14.94	2.35
	2	8.74	1.27	1.21	14.01	2.48
	3	8.75	2.14	2.55	17.74	2.59
HSG 72 h	1	8.77	2.29	2.38	15.54	2.74
	2	8.74	2.40	2.29	16.10	2.65
	3	8.67	2.05	2.27	19.98	2.76
HSG 96 h	1	6.16	4.44	4.26	15.41	2.74
	2	6.11	3.64	2.38	17.04	3.43
	3	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34

Las propiedades funcionales expresados en capacidad de hinchamiento (CH), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de absorción de agua (CAA), solubilidad en agua (SA), y capacidad de adsorción de aceite (CAAc), observación por triplicado por cada tratamiento. HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Anexo 9. ANOVA para la capacidad de hinchamiento (CH)

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón – F	Valor – P
Entre grupos	13.805	3	4.602	73.543	0.000
Dentro de grupos	0.501	8	0.063		
Total	14.306	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de capacidad de hinchamiento en dos componentes: un elemento entre – grupos T un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es 73.543, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de capacidad de hinchamiento entre un nivel de tratamiento de la harina germinada de muestra patrón, 48h, 72h y 96h de germinado, con un grado de 95% de confianza. Para determinar cuál de los tiempos de germinado son significativamente diferentes de otros.

Anexo 10. Comparación de medias por Tukey para capacidad de hinchamiento

HSD Tukey^a

Observación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HSG 96 h	3	6.1315	
HSSG	3		8.1990
HSG 72 h	3		8.7262
HSG 48 h	3		8.7438
Sig.		1.000	0.106

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuál de los tiempos de germinado, son significativamente diferente de otras. Si muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza, por lo tanto, se puede decir que la harina germinada a 96 h de germinado es diferente con respecto a la muestra patrón, 72 h y 48 h de germinado con respecto a la capacidad de hinchamiento.

Anexo 11. ANOVA de capacidad de retención de agua (CRA)

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón – F	Valor – P
Entre grupos	5.282	3	1.761	6.599	0.015
Dentro de grupos	2.134	8	267		
Total	7.416	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de capacidad de retención de agua en dos componentes: un elemento entre – grupos T un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es 6.599, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de capacidad de retención de agua entre un nivel de tratamiento de la harina de sangorache germinada de muestra patrón, 48h, 72h y 96h de germinado, con un grado de 95% de confianza. Para determinar cuál de los tiempos de germinado son significativamente diferentes de otros.

Anexo 12. Comparación de medias por Tukey para capacidad de retención agua

HSD Tukey ^a			
Observación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HSG 48 h	3	1.8853	
HSG 72h	3	2.2471	
HSSG	3	2.5379	2.5379
HSG 96h	3		3.6595
Sig.		0.456	0.108

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuál de los tiempos de germinado, son significativamente diferente de otras. Si muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza, por lo tanto, se puede decir que la harina germinada a 96 h de germinado y la muestra patrón es diferente e igual al de 96 h de germinado, es diferente con respecto a, 72 h y 48 h de germinado con respecto a la capacidad de retención de agua.

Anexo 13. ANOVA de capacidad de absorción de agua

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadrática	Razón – F	Valor-P
Entre grupos	2.692	3	0.897	2.198	0.166
Dentro de grupos	3.267	8	0.408		
Total	5.959	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de capacidad de absorción de agua en dos componentes: un elemento entre – grupos T un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es 2.198 es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de capacidad de absorción de agua entre un nivel de tratamiento de la harina de sangorache germinada de muestra patrón, 48h, 72h y 96h de germinado, con un grado de 95% de confianza. Para determinar cuál de los tiempos de germinado son significativamente diferentes de otros.



Anexo 14. Comparación de medias por Tukey para capacidad de absorción de agua (CAA)

HSD Tukey ^a		
Observación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
HSSG	3	1.9258
HSG 48 h	3	2.0144
HSG 72h	3	2.3123
HSG 96h	3	3.1269
Sig.		0.177

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles de los tiempos de germinado son significativamente diferentes de otras. No muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza, por lo tanto, se puede decir que la harina germinada de sangorache de muestra patrón 48h, 72h y 96 h de germinado son iguales los cuatro tipos de harina en la capacidad de absorción de agua.

Anexo 15. ANOVA de solubilidad en agua (SA)

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	12.617	3	4.206	1.168	0.380
Dentro de grupos	28.801	8	3.600		
Total	41.418	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de solubilidad en agua en dos componentes: un elemento entre – grupos T un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es 1.168, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de solubilidad en agua entre un nivel de tratamiento de la harina de sangorache germinada de muestra patrón, 48h, 72h y 96h de germinado, con un grado de 95% de confianza. Para determinar cuál de los tiempos de germinado son significativamente diferentes de otros.

Anexo 16. Comparación de medias por Tukey para solubilidad en agua (SA)

HSD Tukey ^a		
Observación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
HSG 96h	3	15.3240
HSG 48 h	3	15.5602
HSG 72h	3	17.2086
HSSG	3	17.7032
Sig.		0.462

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza, por lo tanto, se puede decir que la harina germinada de sangorache de muestra patrón 48h, 72h y 96 h de germinado son iguales los cuatro tipos de harina en la solubilidad de agua.

Anexo 17. ANOVA de capacidad de adsorción de aceite (CAAc)

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón - F	Valor - P
Entre grupos	0.896	3	0.299	5.989	0.019
Dentro de grupos	0.399	8	0.050		
Total	1.295	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de capacidad de adsorción de aceite en dos componentes: un elemento entre – grupos T un constituyente dentro de conjuntos. La razón F, que en esta eventualidad es 5.989, es el cociente entre el aproximado entre conjuntos y el próximo internamente de conjuntos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de capacidad de adsorción de aceite entre un nivel de tratamiento de la harina de sangorache germinada de muestra patrón, 48h, 72h y 96h de germinado, con un grado de 95% de confianza. Para determinar cuál de los tiempos de germinado son significativamente diferentes de otros.



Anexo 18. Comparación de medias por Tukey para capacidad de adsorción de aceite (CAAc)

Observación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HSG 48h	3	2.4710	
HSSG	3	2.5321	
HSG 72h	3	2.7195	2.7195
HSG 96h	3		3.1689
Sig.		0.553	0.141

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuál de los tiempos de germinado, la muestra patrón son significativamente diferente de otras. Si muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza, por lo tanto, se puede decir que la harina germinada a 96 h de germinado y la del 72h es diferente e igual al de 96 h de germinado, es diferente con respecto a, muestra patrón y 48 h de germinado con respecto a la capacidad de retención de aceite.

Anexo 19. Datos de viscosidad de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado

Tratamiento	Repeticiones	RPM	$\gamma(1/S)$	$\tau (N/m^2)$	$\log \gamma(1/S)$	$\log \tau (N/m^2)$	$K(N.S^n/m^2)$	n	$\mu(Pa.s)$
HSSG	1	10	12.23	0.005	1.0874	-2.3010	0.0180	1.7786	0.1267
	1	20	24.46	0.063	1.3885	-1.2007			0.2173
	1	30	36.69	0.07	1.5645	-1.1549			0.2979
	1	40	48.92	0.094	1.6895	-1.0269			0.3727
	1	50	61.15	0.094	1.7864	-1.0269			0.4435
	2	10	12.23	0.008	1.0874	-2.0969	0.0261	1.5079	0.0930
	2	20	24.46	0.039	1.3885	-1.4089			0.1322
	2	30	36.69	0.055	1.5645	-1.2596			0.1625
	2	40	48.92	0.078	1.6895	-1.1079			0.1880
	2	50	61.15	0.094	1.7864	-1.0269			0.2106
	3	10	12.23	0.008	1.0874	-2.0969	0.0292	1.4154	0.0826
	3	20	24.46	0.039	1.3885	-1.4089			0.1101
	3	30	36.69	0.055	1.5645	-1.2596			0.1304
	3	40	48.92	0.063	1.6895	-1.2007			0.1469
	3	50	61.15	0.086	1.7864	-1.0655			0.1612
HSG 48 h	1	10	12.23	0.008	1.0874	-2.0969	0.0222	1.536	0.0851
	1	20	24.46	0.016	1.3885	-1.7959			0.1234
	1	30	36.69	0.047	1.5645	-1.3279			0.1534
	1	40	48.92	0.07	1.6895	-1.1549			0.1790
	1	50	61.15	0.078	1.7864	-1.1079			0.2017
	2	10	12.23	0.023	1.0874	-1.6383	0.0658	0.8457	0.0447
	2	20	24.46	0.016	1.3885	-1.7959			0.0402
	2	30	36.69	0.031	1.5645	-1.5086			0.0377
	2	40	48.92	0.063	1.6895	-1.2007			0.0361
	2	50	61.15	0.078	1.7864	-1.1079			0.0349
3	10	12.23	0.023	1.0874	-1.6383	0.0600	0.9806	0.0572	
3	20	24.46	0.023	1.3885	-1.6383			0.0564	



Tratamiento	Repeticiones	RPM	$\gamma(1/S)$	τ (N/m ²)	$\log \gamma(1/S)$	$\log \tau$ (N/m ²)	K(N.S ⁿ /m ²)	n	μ (Pa.s)
HSG 72 h	3	30	36.69	0.047	1.5645	-1.3279			0.0559
	3	40	48.92	0.086	1.6895	-1.0655			0.0556
	3	50	61.15	0.094	1.7864	-1.0269			0.0554
	1	10	12.23	0.023	1.0874	-1.6383			0.0470
	1	20	24.46	0.023	1.3885	-1.6383			0.0419
	1	30	36.69	0.039	1.5645	-1.4089	0.0711	0.8344	0.0391
	1	40	48.92	0.07	1.6895	-1.1549			0.0373
	1	50	61.15	0.078	1.7864	-1.1079			0.0360
	2	10	12.23	0.016	1.0874	-1.7959			0.0695
	2	20	24.46	0.016	1.3885	-1.7959			0.0817
	2	30	36.69	0.055	1.5645	-1.2596	0.0388	1.2329	0.0897
	2	40	48.92	0.086	1.6895	-1.0655			0.0960
	2	50	61.15	0.086	1.7864	-1.0655			0.1011
	3	10	12.23	0.031	1.0874	-1.5086			0.0577
	3	20	24.46	0.047	1.3885	-1.3279			0.0516
	3	30	36.69	0.063	1.5645	-1.2007	0.0858	0.8411	0.0484
	3	40	48.92	0.11	1.6895	-0.9586			0.0463
	3	50	61.15	0.11	1.7864	-0.9586			0.0446
HSG 96 h	1	10	12.23	0.023	1.0874	-1.6383			0.0452
	1	20	24.46	0.023	1.3885	-1.6383			0.0396
	1	30	36.69	0.039	1.5645	-1.4089	0.0735	0.8064	0.0366
	1	40	48.92	0.063	1.6895	-1.2007			0.0346
	1	50	61.15	0.078	1.7864	-1.1079			0.0331
	2	10	12.23	0.016	1.0874	-1.7959			0.0643
	2	20	24.46	0.031	1.3885	-1.5086			0.0694
	2	30	36.69	0.047	1.5645	-1.3279	0.0487	1.111	0.0726
	2	40	48.92	0.086	1.6895	-1.0655			0.0749
	2	50	61.15	0.086	1.7864	-1.0655			0.0768



Tratamiento	Repeticiones	RPM	$\gamma(1/S)$	τ (N/m ²)	$\log \gamma(1/S)$	$\log \tau$ (N/m ²)	K(N.S ⁿ /m ²)	n	μ (Pa.s)
	3	10	12.23	0.023	1.0874	-1.6383			0.0529
	3	20	24.46	0.023	1.3885	-1.6383			0.0500
	3	30	36.69	0.047	1.5645	-1.3279	0.0648	0.9188	0.0483
	3	40	48.92	0.078	1.6895	-1.1079			0.0472
	3	50	61.15	0.086	1.7864	-1.0655			0.0464

HSSG, harina de sangorache sin germinar; HSG, harina de sangorache germinado.



Anexo 20. Análisis de contenido de proteína base seca



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1034/2019

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC
 NOMBRE DEL PRODUCTO : 12 muestras de harina de sangorache
 (Denominación responsabilidad del cliente)
 MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21-10-2019
 FECHA DE ANÁLISIS : Del 21/10/19 al 15/11/19
 CANTIDAD DE MUESTRA : Indicado en tabla
 PRESENTACION : Muestras en taper de plástico
 IDENTIFICACION : AQ19-1034/01-12

Métodos utilizados:
 a.- AOAC (2005), 984.13

Atentamente,

Dr. Carlos Gómez Bravo
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos

La Molina, 15 de Noviembre del 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1034/2019

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ19-1034/01	AQ19-1034/02	AQ19-1034/03	AQ19-1034/04	AQ19-1034/05	AQ19-1034/06
MUESTRA	T3Y2	TOY3	T2Y2	T1Y2	T3Y3	TOY1
PESO (gramos)	2	1	1	3	2	2
a.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	12.91	17.40	13.67	14.75	12.45	17.23

CÓDIGO	AQ19-1034/07	AQ19-1034/08	AQ19-1034/09	AQ19-1034/10	AQ19-1034/11	AQ19-1034/12
MUESTRA	T1Y1	T2Y3	TOY2	T1Y3	T2Y1	T3Y1
PESO (gramos)	2	1	1	1	1	2
a.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	13.07	14.07	17.10	14.23	12.85	13.85





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0131/2020

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC
 NOMBRE DEL PRODUCTO : 12 muestras amaranthus
 (Denominación responsabilidad del cliente)
 MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 22-01-2020
 FECHA DE ANÁLISIS : Del 22/01/20 al 31/01/20
 CANTIDAD DE MUESTRA : Indicado en tabla
 PRESENTACION : Muestras en tubos de vidrio
 IDENTIFICACION : AQ20-0131/01-12

Métodos utilizados:

a.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13

Atentamente,


 Dr. Carlos Gómez Bravo
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos



La Molina, 31 de Enero del 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0131/2020

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ20-0131/01	AQ20-0131/02	AQ20-0131/03	AQ20-0131/04	AQ20-0131/05	AQ20-0131/06
MUESTRA	T4N3	T2N2	T4N2	T4N1	T3N3	T3N2
PESO (gramos)	1.06	1.04	1.05	1.02	1.02	1.04
α-PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	3.23	4.18	4.18	4.17	3.83	4.34

CÓDIGO	AQ20-0131/07	AQ20-0131/08	AQ20-0131/09	AQ20-0131/10	AQ20-0131/11	AQ20-0131/12
MUESTRA	T2N3	T2N1	T1N3	T3N1	T1N1	T1N2
PESO (gramos)	1.10	1.02	1.00	1.04	1.02	1.01
α- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	3.23	4.17	9.08	3.92	8.39	8.00

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 1 Directo 348-0830



Anexo 21. Resumen de proceso de análisis de la harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado



Figura 11. Resumen del proceso de obtención de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado

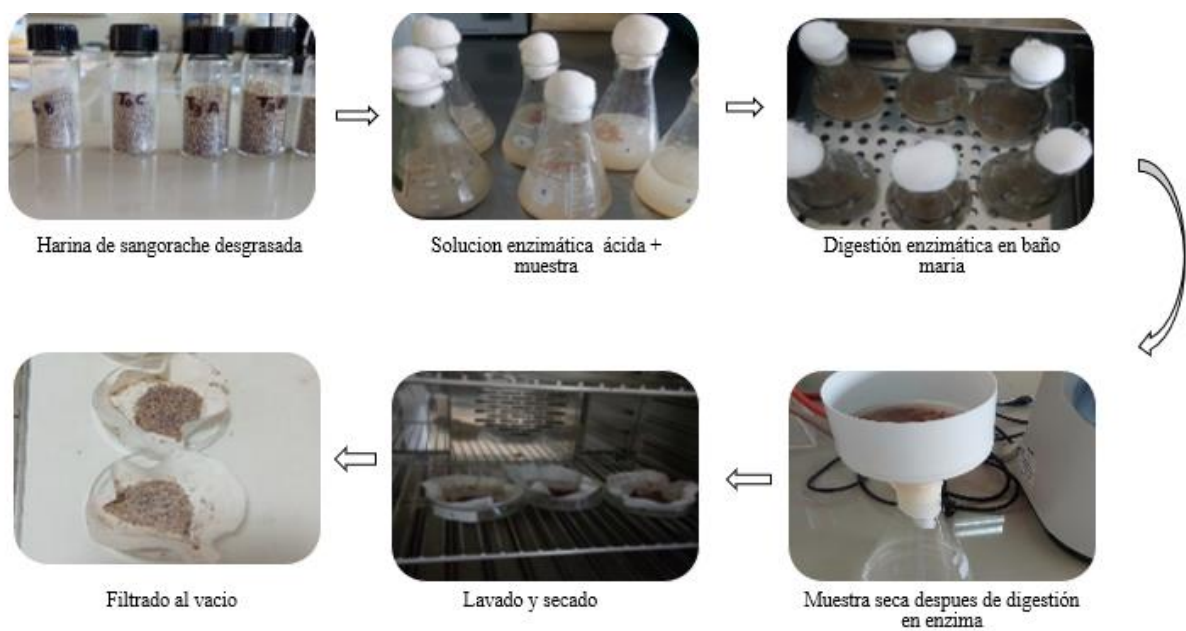


Figura 12. Resumen de digestión en enzima pepsina ácida de harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.

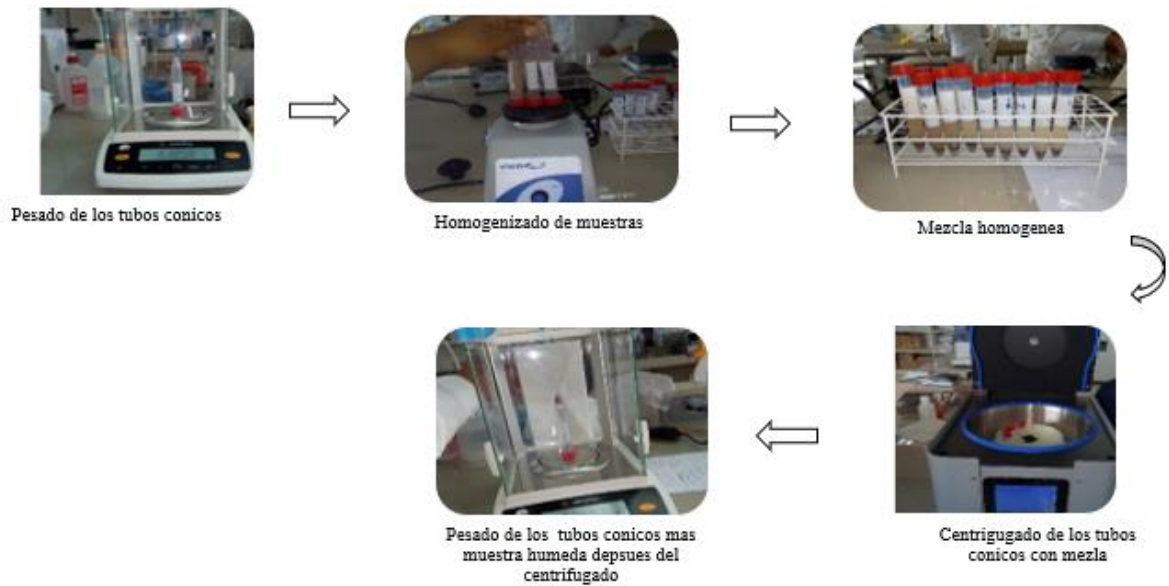


Figura 13. Resumen de evaluación de las propiedades funcionales de la harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.

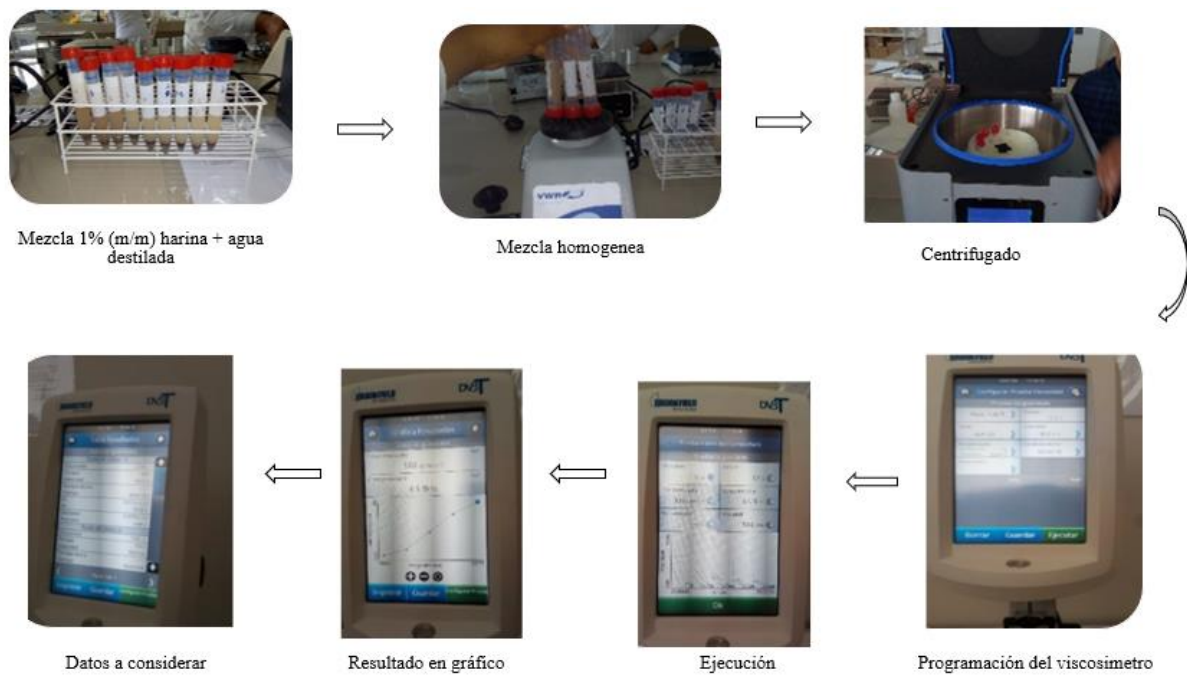


Figura 14. Resumen de análisis de viscosidad en harina de sangorache germinado a 0, 48, 72 y 96 horas de germinado.