

*Universidad Nacional*  
*“José Faustino Sánchez Carrión”*



**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALURGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA**

**TESIS**

**“PROYECTO DE OBTENCION Y FORMULACION DE UNA BEBIDA  
REFRESCANTE A BASE DE KIWICHA CON EDULCORANTE STEVIA”**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN PABLO MEJIA RAMIREZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**ASESOR:**

**Dr. JOSE ANTONIO LEGUA CARDENAS**

**Reg. C.I.P. N° 33770**

**Ciudad Universitaria, Agosto 2019**

**Huacho – Perú**

**2019**

## DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar hasta este punto en mi vida, por su infinito amor y bondad, y por haberme dado salud y fuerzas para lograr mis objetivos

A mis Padres por haberme apoyado en todo momento, por haber inculcado valores en mí para llegar a ser una persona de bien, por sus consejos, por su motivación constante y sobre todo por el amor que día a día me brindan.

**Juan Pablo Mejía Ramírez**

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar este pequeño pero significativo trabajo de investigación quiero brindar mi más sincero agradecimiento a Dios, a mis Padres, por brindarme la vida, por enseñarme a luchar en esta vida llena de adversidades, a todas aquellas personas que colaboraron de manera desinteresada durante mi proceso de formación universitaria; a mis hermanos por su apoyo y comprensión, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Química quienes me brindaron los conocimientos necesarios para desempeñarme profesionalmente y por sus exigencias académicos.

A mi asesor, el Dr. José Antonio Legua Cárdenas docente de la EP Ingeniería Química por su colaboración en la realización de este trabajo de investigación.

**Juan Pablo Mejía Ramírez**

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xii
ABREVIATURAS Y SIMBOLOS	xiii
RESUMEN	01
ABSTRACTS	04
INTRODUCCIÓN	07
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>10</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1 Problema General	14
1.2.2 Problemas Específicos	14
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	15

2.1.1	Internacionales	17
2.1.2	Nacionales	21
2.2	<b>BASES TEÓRICAS</b>	25
2.2.1	Kiwicha	25
2.2.2	Composición Química y Valor Nutritivo	27
2.2.3	Cultivo de la Kiwicha ( <i>Amaranthus Caudatus</i> )	32
2.3	<b>DEFINICIONES CONCEPTUALES</b>	37
2.3.1	Formulación de un nuevo producto	37
2.3.2	Fases para el desarrollo de un nuevo producto alimenticio	37
2.4	<b>FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b>	40
2.4.1	Hipótesis General	40
2.4.2	Hipótesis Específicas	40
	<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA</b>	41
3.1	<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>	41
3.1.1	Tipo	41
3.1.2	Enfoque	41
3.2	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	42
3.2.1	Población	42
3.2.2	Muestra	42
3.2.3	Unidad de análisis	42
3.3	<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES</b>	42
3.4	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	45
3.4.1	Equipos e instrumentos	45

3.4.2	Materiales	45
3.4.3	Reactivos y soluciones	46
3.4.4	Método de análisis	47
3.4.4.1	Análisis físico químico	47
3.4.4.2	Análisis microbiológicos	47
3.4.4.3	Análisis sensorial	47
3.5	Metodología Experimental	48
3.5.1	Caracterización de la Materia Prima	48
3.5.1.1	Análisis físico químico	48
3.5.1.2	Recepción de materia prima	48
3.5.1.3	Selección y Clasificación	49
3.5.1.4	Pesado	49
3.5.1.5	Remojo	49
3.5.1.6	Dilución	49
3.5.1.7	Cocción	49
3.5.1.8	Envasado	49
3.5.1.9	Cerrado	50
3.5.1.10	Enfriado	50
3.5.1.11	Codificación/Almacenado	50
3.5.1.12	Evaluación	50
3.5.2	Caracterización del producto obtenido	50
3.5.2.1	Caracterización químico proximal	50
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b>		<b>53</b>

4.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS DE KIWICHA Y DE SU HARINA	53
4.1.1	Composición de la harina de kiwicha obtenida por molienda seca	53
4.1.2	Comportamiento de la harina de kiwicha a la cocción: Amilogramas	53
4.1.3	Análisis granulométrico de la harina obtenida por molienda seca	55
4.1.4	Ensayo de hidratación de las semillas	52
4.2	OBTENCIÓN DE LAS SUSPENSIONES BASE	58
4.2.1	Obtención de las suspensiones base por molienda seca	58
4.2.2	Obtención de las suspensiones base por molienda húmeda	58
4.2.3	Concentración de sólidos y rendimiento de extracción de los procesos de MS y MH	58
4.3	REOLOGÍA DE LAS SUSPENSIONES	59
4.3.1	Reología de las suspensiones obtenidas por molienda seca	63
4.3.2	Reología de las suspensiones obtenidas por molienda húmeda	63
4.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SUSPENSIONES	67
4.4.1	Estabilidad de las suspensiones obtenidas por molienda seca	68
4.4.2	Estabilidad de las suspensiones obtenidas por molienda húmeda	68
	<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
5.1	DISCUSIÓN	70
5.1.1	Análisis sensorial	71
5.1.1.1	Análisis sensoriales primarios	72
5.1.2	Ensayos de formulación	73
5.1.2.1	Adición de Stevia	74
5.1.2.2	Selección de esencias aromatizantes/saborizantes	74

	<b>viii</b>	
5.1.3	Análisis sensoriales de aceptabilidad	75
5.1.3.1	Cálculo del valor medio ponderado	76
5.1.3.2	Cálculo de frecuencia relativa.	77
5.1.3.3	Gráfico de frecuencias absolutas	78
5.2	CONCLUSIONES	80
5.3	RECOMENDACIONES	81
	<b>CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>83</b>
6.1		
		F
	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	83
6.2	REFERENCIAS ELECTRONICAS	86
	<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>



## INDICE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro N° 1:</b> Variables independientes y dependientes para el estudio de formulación de una bebida refrescante y nutritiva a base de kiwicha con edulcorante stevia.	43
<b>Cuadro N° 2:</b> Métodos de análisis químico proximal	47

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1:</b> Kiwicha	09
<b>Figura N° 2:</b> Distribución Geográfica de la Kiwicha en el Perú	13
<b>Figura N° 3:</b> Semilla de <i>Amaranthus Caudatus</i>	33
<b>Figura N° 4:</b> Fases del Proceso	38
<b>Figura N° 5:</b> Amilogramas de harina de Kiwicha a distintas concentraciones, la línea punteada muestra los rangos de temperaturas trabajados	55
<b>Figura N° 6:</b> Análisis granulométrico de harina de Amaranto, utilizando tamices de la serie normalizada de ASTM (ensayo realizado por duplicado)	56
<b>Figura N° 7:</b> Ensayo de hidratación de granos de kiwicha	56
<b>Figura N° 8:</b> Comportamiento reológico de la MS, comparación de las suspensiones a distintos sólidos iniciales, con y sin tratamiento térmico y de la bebida de soja Soalé.	60
<b>Figura N° 9:</b> Comportamiento reológico de la MS-5% CTT, con agregado de Carr. (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.	61
<b>Figura N° 10:</b> Comportamiento reológico de la MS-5% CTT, con agregado de GG (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé	61
<b>Figura N° 11:</b> Comportamiento reológico de la MS-5% CTT, con agregado de GX (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé	62

<b>Figura N° 12:</b> Comportamiento reológico de la MH con y STT, y de la bebida de soja Soalé	64
<b>Figura N° 13:</b> Comportamiento reológico de la MH-5% CTT, con agregado Carr. (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soale	65
<b>Figura N° 14:</b> Comportamiento reológico de la MH-5% CTT, con agregado de GG (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé	65
<b>Figura N° 15:</b> Comportamiento reológico de la MH-5% CTT, con agregado de GX (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé	67
<b>Figura N° 16:</b> Gráfico de frecuencias absolutas correspondientes a cada grado de gusto	78

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla N° 1:</b> Valor Nutricional de la kiwicha	13
<b>Tabla N° 2:</b> Composición química de la kiwicha x 100 g en base húmeda	29
<b>Tabla N° 3:</b> Aminograma y computo químico en diferentes especies de amaranthus (g aa/16gN)	31
<b>Tabla N° 4:</b> Matriz de Operacionalización de Variables	44
<b>Tabla N° 5:</b> Análisis de varianza para los tratamientos	52
<b>Tabla N° 6:</b> Composición centesimal de semillas de <i>A. Caudatus</i> y comparación con <i>A. Cruentus</i> y <i>A. Hypochondriacus</i> .	53
<b>Tabla N° 7:</b> Parámetros característicos de las curvas amilográficas	55
<b>Tabla N° 8:</b> Análisis de sólidos totales y rendimiento de extracción (promedio de dos corridas)	59
<b>Tabla N° 9:</b> $\eta_{ap}$ a $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$ para los ensayos de MS	63
<b>Tabla N° 10:</b> $\eta_{ap}$ a $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$ para los ensayos de molienda húmeda	67
<b>Tabla N° 11:</b> Comparación de las características sensoriales primarias de las suspensiones obtenidas por MS-5% con el agregado de los hidrocoloides con respecto a la bebida comercial Soalé	72
<b>Tabla N° 12:</b> Comparación de las características sensoriales primarias de las suspensiones obtenidas por MH-5% con el agregado de los hidrocoloides con respecto a la bebida comercial Soalé	73

**Tabla N° 13:** Resultados del ensayo sensorial de aceptabilidad 76

**Tabla N° 14:** Expresiones utilizadas para describir aroma, flavor y textura del producto 79

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

A.	Amaranthus
Ác.	Ácido
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AG	Ácido graso
AOAC	Association of Official Analytical Chemists ASTM American Society for Testing and Materials
aw	Actividad de agua
bH	Base Húmeda
bS	Base Seca
BS	BackScattering o retrodispersión
Carr.	Carragenina
CO <sub>2</sub>	Anhídrido Carbónico o dióxido de Carbono.
CuSO <sub>4</sub>	Sulfato de cobre
CTT	con Tratamiento Térmico
C <sub>4</sub>	Reacciones bioquímicas de fijación del carbono proveniente del CO <sub>2</sub> atmosférico.
EAG	equivalentes de ácido gálico
E.Q.	Escore Químico
ET	equivalentes de Trolox
<i>et al.</i>	y otros.

etc.	etcétera
EUA	Estados Unidos de América Factor
N	Factor de Nitrógeno
FAO/WHO	Food and Agriculture Organization/ <a href="#">World Health Organization</a>
GG	goma Garrofin
GX	goma Xántica
HCl	Ácido Clorhídrico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido Sulfúrico
I <sub>2</sub>	Iodo
k	Índice de consistencia
MH	Molienda Húmeda
MH-CTT	Molienda Húmeda con Tratamiento Térmico
MH-Carr.	Molienda Húmeda con agregado de Carragenina
MH-GG	Molienda Húmeda con agregado de goma Garrofin
MH-GX	Molienda Húmeda con agregado de goma Xántica
MH-STT	Molienda Húmeda sin Tratamiento Térmico
MH-5% CTT	Suspensión al 5% de sólidos obtenida por Molienda Húmeda con Tratamiento Térmico
MS	Molienda Seca
MS-CTT	Molienda Seca con Tratamiento Térmico
MS-Carr.	Molienda Seca con agregado de Carragenina
MS-GG	Molienda Seca con agregado de goma Garrofin
MS-GX	Molienda Seca con agregado de goma Xántica
MS-STT	Molienda Seca sin Tratamiento Térmico

MS-5% CTT	Suspensión al 5% de sólidos obtenida por Molienda Seca con Tratamiento Térmico
MS-6% CTT	Suspensión al 6% de sólidos obtenida por Molienda Seca con Tratamiento Térmico.
MS-7% CTT	Suspensión al 7% de sólidos obtenida por Molienda Seca con Tratamiento Térmico.
n	Índice de comportamiento
N	Normal
NaOH	Hidróxido de sodio
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de sodio
N. D.	No determinado
ND	No Detectado
N°	Número
p/p	Peso en peso
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinación
Sat./Insat.	Saturado/Insaturado
Sól. Tot.	Sólidos Totales
Sól. inic.	Sólidos iniciales
STT	sin Tratamiento Térmico
TIU	Unidad de inhibidores de tripsina
Tr	Tiempo de retardo
Temp.	Temperatura
TT	Tratamiento Térmico
UB	Unidades Brabender

**LETRAS GRIEGAS**

$\lambda_{air}$	Longitud de onda aproximada al infrarrojo
$\sigma$	Esfuerzo de corte
$\eta_{ap}$	Viscosidad aparente
$\gamma$	Velocidad de deformación

**UNIDADES**

$^{\circ}\text{C}$	Grado centígrados
cm	centímetros
cmg	Gramos por centímetro segundo
g	Gramos
ha/has	Hectárea/Hectáreas
hr.	Horas
Kcal (Cal)	Kilocalorías
$\text{Kg}/\text{cm}^2$	Kilogramos por centímetro cuadrado
min.	Minutos
mg.	Miligramos
mg eq.	Miligramos de equivalente
ml	Mililitros
mm.	Milímetros
$\mu\text{g}$	Microgramo
$\mu\text{m}$	Micrómetros



nm	Nanómetros
Pa.s	Pascales por segundo
s	segundos <sup>3</sup>
rpm	Revoluciones por minuto

## RESUMEN

La kiwicha fue el alimento por excelencia para los incas, debido a sus propiedades tanto nutritivas como medicinales. Contiene un alto valor en proteínas, calcio, fósforo, potasio, zinc, entre otros. Además, cuenta con textura fina y suave. Tras la Conquista, prohibieron cultivar y consumir este superalimento, a causa del gran aporte que brindaba. No obstante, valientes agricultores la salvaron de la extinción.

En los últimos años se ha incrementado el interés por la semilla de kiwicha dado sus características nutricionales, mayor concentración y calidad de proteínas en comparación con otros cereales, pudiéndose consumir de diversas maneras. En el presente trabajo se buscó la obtención y formulación un alimento líquido en base a semillas de *Amaranthus caudatus*. Para ello, se hicieron los ensayos respectivos, utilizando dos métodos de obtención diferentes en sus etapas iniciales: uno de ellos se llevó a cabo por la molienda seca (MS) de los granos, seguida de una hidratación y suspensión en agua. El otro método consistió en una molienda húmeda (MH), con previa hidratación de los granos.

Las suspensiones obtenidas por ambos métodos, en forma independiente, luego fueron tratadas en un homogeneizador de planta piloto y filtradas para separar las partículas de mayor tamaño y restos de cáscara.

Finalmente se reguló la concentración de sólidos secos y se sometió a un tratamiento térmico (TT) a 80°C por 30 minutos. Con estos procedimientos se obtuvieron las suspensiones base; además se agregaron hidrocoloides estabilizantes como Carragenina (Carr.), goma Garrofin (GG) y goma Xántica (GX), en dos niveles de concentración (0,02 y 0,05 %), stevia y saborizantes. Las distintas muestras se caracterizaron por medio de un reómetro HAAKE RS80-Rheo stress por ensayos rotacionales y se determinó la velocidad de sedimentación en un equipo Turbiscan Classic.

Las muestras fueron sometidas a distintos análisis químicos y sensoriales. Los resultados se

compararon con los obtenidos con una leche de soja comercial.

Durante el desarrollo del trabajo experimental se obtuvieron los siguientes resultados: Las suspensiones obtenidas por ambos métodos tuvieron similar proporción de residuo en la filtración (del 3,5 al 4,5%).

El tratamiento térmico (TT) y la adición de hidrocoloides a las suspensiones mostraron cambios apreciables, tanto en la viscosidad como en la estabilidad, debidos principalmente a la gelatinización del almidón. Todas las muestras caracterizadas reológicamente mostraron un marcado comportamiento pseudoplástico (Índice de comportamiento de flujo  $n < 1$ ).

La velocidad de sedimentación para los ensayos de MH fue menor que para la MS, tanto para las suspensiones sin TT como para las con TT, pero todos los ensayos en general mostraron desestabilización en un periodo de 15 días.

La muestra con mejores características fue la obtenida por MH con un 5% de sólidos y con una concentración de GX del 0,05%, la misma no se desestabilizó visiblemente durante un período de 15 días. En el balance de la MH se verificó la retención del 84,6% de las proteínas, el 96,5% de los lípidos y el 72,5% de las fibras con respecto a la composición de la semilla original. El contenido de compuestos fenólicos de la bebida obtenida por MH fue 0,42 mg eq. de ácido gálico/ml de muestra y la capacidad antioxidante de la misma resultó ser 0,07 mg eq. de Trolox/ml de muestra.

El análisis sensorial descriptivo para esta muestra también resultó favorable, con características similares a la leche de soja comercial, pudiéndose describir como un líquido semi-viscoso, de gusto un poco amargo y astringente, aroma vegetal suave y color levemente pardo. Esta caracterización sensorial determinó que el principal factor limitante de aceptabilidad fue el gusto amargo astringente.

Ello llevó a ensayar y evaluar diversas formulaciones, determinándose la conveniencia de incorporar un 10 % de azúcar, a seleccionar tres esencias (vainilla/chocolate, naranja y lima-limón) y a fijar sus respectivas dosis. Como resultado de una evaluación sensorial masiva se determinó la esencia Naranja como la de mayor aceptabilidad.

**Palabras Claves:** Kiwicha, stevia, formulación, proceso de obtención y sedimentación.

## ABSTRACTS

The kiwicha was the food par excellence for the Incas, due to its nutritional and medicinal properties. It contains a high value in proteins, calcium, phosphorus, potassium, zinc, among others. In addition, it has fine and smooth texture. After the Conquest, they prohibited the cultivation and consumption of this superfood, because of the great contribution it provided. However, brave farmers saved it from extinction.

In recent years, interest in kiwicha seed has increased due to its nutritional characteristics, higher concentration and protein quality compared to other cereals, and can be consumed in different ways. In the present work we sought to obtain and formulate a liquid food based on seeds of *Amaranthus caudatus*. For this, the respective assays were made, using two different obtaining methods in their initial stages: one of them was carried out by dry milling (MS) of the grains, followed by a hydration and suspension in water. The other method consisted of a wet milling (MH), with previous hydration of the grains. The suspensions obtained by both methods, independently, were then treated in a pilot plant homogenizer and filtered to separate larger particles and shell debris.

Finally, the concentration of dry solids was regulated and subjected to a heat treatment (TT) at 80 ° C for 30 minutes. With these procedures the base suspensions were obtained; In addition, stabilizing hydrocolloids such as Carragenina (Carr.), Garrofin gum (GG) and Xántica gum (GX) were added, in two concentration levels (0.02 and 0.05%), stevia and flavorings.

The different samples were characterized by means of a HAAKE RS80-Rheo stress rheometer by rotational tests and the sedimentation speed was determined in a Turbiscan Classic equipment.

Finally, the samples were subjected to different chemical and sensory analyzes. The results were compared with those obtained with commercial soy milk.

During the development of the experimental work, the following results were obtained: The suspensions obtained by both methods had a similar proportion of residue in the filtration (from 3.5 to 4.5%).

The heat treatment (TT) and the addition of hydrocolloids to the suspensions showed appreciable changes, both in the viscosity and in the stability, mainly due to the gelatinization of the starch. All the rheologically characterized samples showed marked pseudoplastic behavior (Flow behavior index  $n < 1$ ).

The sedimentation rate for the MH tests was lower than for the MS, both for the suspensions without TT and for the TT, but all the tests in general showed destabilization in a period of 15 days. The sample with better characteristics was the one obtained by MH with 5% solids and with a GX concentration of 0.05%, it was not visibly destabilized during a period of 15 days. The retention of 84.6% of the proteins, 96.5% of the lipids and 72.5% of the fibers with respect to the composition of the original seed was verified in the MH balance.

The content of phenolic compounds of the beverage obtained by MH was 0.42 mg eq. of gallic acid / ml of sample and the antioxidant capacity thereof was 0.07 mg eq. of Trolox / ml of sample. The descriptive sensory analysis for this sample was also favorable, with characteristics similar to commercial soya milk, being able to be described as a semi-viscous liquid, with a slightly bitter and astringent taste, a soft vegetal aroma and a slightly brown color. This sensory characterization determined that the main limiting factor of acceptability was the bitter astringent taste.

This led to testing and evaluating various formulations, determining the convenience of incorporating 10% sugar, to select three essences (vanilla / chocolate, orange and lemon-lime) and to set their respective doses. As a result of a massive sensory evaluation, the Orange essence was determined as the one with the highest acceptability.

**Key words:** Kiwicha, stevia, formulation, process of obtaining and sedimentation.

## INTRODUCCIÓN

El potencial nutritivo del grano de kiwicha fue reconocido por culturas americanas como la Azteca, Inca y Maya. Era consumido por estas civilizaciones americanas juntamente con maíz y poroto. Sin embargo, por estar ligado a rituales religiosos fue prohibido por los españoles al conquistar América (Becerra, 2000; Kigel, 1994). Esta situación se mantuvo durante siglos y la consecuencia fue la desaparición del mismo como fuente de alimentación en ciertas regiones. En las últimas décadas, no sólo se ha cultivado en México y América Central sino también se expandió por América Latina, Asia, Europa y algunos países de África (Escudero et al., 2004). Actualmente el principal productor es China con 150 mil has cultivadas, seguida por India y Perú (1.800 has), México (900 has) y Estados Unidos (500 has).

La kiwicha, quihuicha (quechua: *kiwicha*) o amaranto (*Amaranthus caudatus*), es una planta amarantácea de rápido crecimiento, con hojas y tallos y flores morados, rojos y dorados que crece en las regiones altas de Ecuador, Bolivia, Perú y Argentina. Alrededor de 1.200 variedades aún se mantienen en los Andes.

Esta es una planta dicotiledónea. Su tallo central puede alcanzar de 2 a 2,5 m de altura en la madurez, a pesar de que algunas variedades son más pequeñas. Las ramas de forma cilíndrica, pueden empezar tan abajo como la base de la planta dependiendo de la variedad de ésta. La raíz principal es corta y las secundarias se dirigen hacia abajo, dentro del suelo. Sus vistosas flores brotan del tallo principal, en algunos casos las inflorescencias llegan a medir 90 cm.

La kiwicha se adapta fácilmente a muchos ambientes distintos, tiene un tipo eficiente de fotosíntesis, crece rápidamente y no requiere mucho mantenimiento. Se desarrolla a una altitud



entre los 1.400 y los 2.400 msnm. Igualmente, se ha logrado desarrollarla en los alrededores de Lima que está sobre el nivel del mar.

Con la harina del grano de kiwicha se hacen pan ázimo, tortillas y chapatís. La harina del grano entero o tostado es utilizada como cereal de desayuno, para panes y panecillos.

El crecimiento acelerado de la población durante los últimos 50-60 años y la escasez de alimentos en determinadas regiones del mundo han impulsado al hombre a buscar alternativas viables y con potencial nutricional suficiente para solucionar el problema alimentario. En ese contexto, en el Congreso Mundial convocado en 1979 por la National Academy of Science de los Estados Unidos y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se incluyó al amaranto en la lista de las 23 plantas que pueden ser usadas para mejorar la nutrición y la calidad de vida de las personas en zonas tropicales, por su alto valor nutritivo, aprovechamiento integral del vegetal, brevedad de su ciclo de cultivo y capacidad de crecer en condiciones adversas. A partir de entonces se han realizado exhaustivas investigaciones sobre sus características agronómicas y nutricionales, confirmando su enorme potencial como fuente de alimento de alta calidad (Becker *et al.*, 1981; Betschart *et al.*, 1981; Irving *et al.*, 1981; Sánchez Marroquín, 1983; Saunders y Becker, 1984; Early, 1986; Nieto, 1990; Breene, 1991; Covas, a y b 1994; Masoni y Ercoli, 1994; Troiani *et al.*, 1998; Becerra, 2000; Pantanelli, 2001). Al mismo tiempo se acentuó la atención de los consumidores de productos naturales y vegetarianos sobre el amaranto, con requerimientos concretos del mercado europeo, asiático y norteamericano, los que también fueron factores decisivos en el aumento del área cultivada y su expansión al resto de América, Europa, Asia y algunos países de África (Escudero *et al.*, 2004).

La kiwicha, conocida también como amaranto, es una planta oriunda de los Andes. Su alto contenido en aminoácidos, especialmente de lisina, favorece el desarrollo cerebral. Además, puede ser consumido por madres gestantes e infantes, al aportar calcio, fósforo y hierro, tanto para los dientes, huesos y sangre. La infusión obtenida por los tallos de esta planta, actúa como un efectivo laxante. Asimismo, aplaca los dolores reumáticos y menstruales.

El consumo de este cereal debe ser cocido, así se podrá aprovechar de sus nutrientes. Por ejemplo, 100 gramos de kiwicha aporta 428 calorías, de los cuales el 70% son almidones, 14,5% proteínas y 7,8 % de grasa.



**Figura N° 01: Kiwicha**

# Capítulo I:

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

En los últimos años se ha incrementado el interés por la semilla de kiwicha dado sus características nutricionales, mayor concentración y calidad de proteínas en comparación con otros cereales, pudiéndose consumir de diversas maneras. En el presente trabajo de investigación se buscó la obtención y formulación una bebida refrescante en base a semillas de *Amaranthus Caudatus*.

En Perú se lo cultivo principalmente en la Región Arequipa específicamente en Majes y Cotahuasi.

El cultivo de la kiwicha hasta la última década se realizaba mayormente en áreas muy pequeñas en asociación con el maíz. La revalorización del cultivo se puede apreciar en el incremento del área cultivada en el año 1990 se reportó un área de 495 has, con una producción de 332 TM, que corresponde a un rendimiento promedio de 671 Kg. /ha. Para 1998 se observa un incremento a 1696 hectáreas, con una producción de 201 TM, y un rendimiento promedio de 1180 Kg. /ha. Las áreas productoras de kiwicha están localizadas en los Departamentos de Arequipa, Ancash, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac.

La producción de kiwicha por departamentos de acuerdo a la OIA (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL AGROPECUARIA), se lleva a cabo en 8 departamentos de ellos Arequipa, Ancash y Cusco son los departamentos de mayor producción de este cultivo, concentrando un gran porcentaje de lo producido en el territorio nacional. En la Provincia de Andahuaylas este cultivo ha ido evolucionando notablemente

a partir del año 2004 como producto alternativo a la papa, con la formación organizaciones de productores dedicados a este rubro, siendo la producción actual del distrito de Talavera para el año 2015, 106 Has cultivadas, con una producción de 220 TM, y un rendimiento promedio de 2500 a 3000 kg. /Ha. En la actualidad el producto se encuentra en la etapa de crecimiento, buscando un mayor posicionamiento en el mercado. Y los productos derivados (hojuelas y harina de Kiwicha) se lanzarán en el mercado local.

El crecimiento acelerado de la población durante los últimos 50-60 años y la escasez de alimentos en determinadas regiones del mundo han impulsado al hombre a buscar alternativas viables y con potencial nutricional suficiente para solucionar el problema alimentario. En ese contexto, en el Congreso Mundial convocado en 1979 por la National Academy of Science de los Estados Unidos y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se incluyó a la kiwicha en la lista de las 23 plantas que pueden ser usadas para mejorar la nutrición y la calidad de vida de las personas en zonas tropicales, por su alto valor nutritivo, aprovechamiento integral del vegetal, brevedad de su ciclo de cultivo y capacidad de crecer en condiciones adversas.

A partir de entonces se han realizado exhaustivas investigaciones sobre sus características agronómicas y nutricionales, confirmando su enorme potencial como fuente de alimento de alta calidad (Becker *et al.*, 1981; Betschart *et al.*, 1981; Irving *et al.*, 1981; Sánchez Marroquín, 1983; Saunders y Becker, 1984; Early, 1986; Nieto, 1990; Breene, 1991; Covas, a y b 1994; Masoni y Ercoli, 1994; Troiani *et al.*, 1998; Becerra, 2000; Pantanelli, 2001). Al mismo tiempo se acentuó la atención de los consumidores de productos naturales y vegetarianos sobre la kiwicha, con requerimientos concretos del mercado europeo, asiático y norteamericano, los que también fueron factores decisivos en

el aumento del área cultivada y su expansión al resto de América, Europa, Asia y algunos países de África (Escudero *et al.*, 2004).

Las propiedades son beneficiosas para quien las consuma. Uno de sus atributos es la lisina, que ayuda a disminuir los niveles del colesterol, estimulando a la hormona de crecimiento, también es un antiinflamatorio que trabaja las proteínas en el organismo. Su consumo actúa rápidamente en el cuerpo tras intervenciones quirúrgicas y/o lesiones deportivas. Posee alta cantidad de calcio, dado que 100 gramos de este producto equivalen al doble que se obtiene por consumir leche. Si el cuerpo humano no consume esta proteína, se podría generar raquitismo, osteoporosis, fibras irritadas y calambres. Además, aporta a la elaboración de enzimas, anticuerpos y hormonas. Sus hojas pueden ser usadas para hacer enjuagues bucales e irritación de la garganta. Inclusive, puede ser consumido por pacientes obesos, hipertensos, estreñidos y con el colesterol elevado.

Se cosecha en nuestro país, especialmente en las provincias de Cusco, Ayacucho, Cajamarca, Huancayo y Huaraz. Debido a su gran aporte, fue considerado por la Nasa como cultivo CELLSS (Sistema Ecológico de Apoyo de Vida Controlado), por esta razón se encuentra dentro del programa espacial, por aportar hierro y las vitaminas A y C.

La kiwicha, es conocida de diferente manera en los países donde se cosecha o consumen, por ejemplo, en Ecuador, es llamada sangoracha; en Bolivia es millmi; en Portugal como Amaranto del valle; en Francia es amarante caudeé; y en quechua, trigo inca, achita, kiwillo, ataku y ccoyo.

Tabla N° 1: Valor Nutricional de la kiwicha

**Valor Nutricional**

<b>Componentes</b>	<b>Por 100 g</b>
Proteína	12,9 g
Calcio	247 g
Fósforo	500 mg
Hierro	3,4 mg
Ceniza	2,5 g
Grasa	7,2 g
Fibra	6,7 g
Carbohidratos	65,1 g
Humedad	12,3%
Valor energético	358 Kcal
Tiamina	0,14 mg
Riboflavina	0,32 mg
Niacina	1,0 mg
Vitamina C	3,0 mg

**Distribución Geográfica**

Figura N° 2: Distribución Geográfica de la Kiwicha en el Perú

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿En qué medida la determinación de las condiciones de procesamiento en la obtención de una bebida refrescante a base de kiwicha influirá significativamente en el aumento de los niveles nutricionales de los consumidores?

### **1.2.2 Problemas Secundarios**

- ¿En qué medida la formulación de una bebida refrescante a base de kiwicha influirá significativamente en el aumento de los niveles nutricionales de los pobladores del Perú?
- ¿En qué medida el diagrama de flujo de operaciones para la obtención de una bebida refrescante de kiwicha con edulcorante stevia significará el proceso correcto para su obtención?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar las condiciones de procesamiento para lograr obtener una bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia de alta aceptación por los consumidores.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la formulación de una bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia.
- Determinar el diagrama de flujo de operaciones para la obtención de una bebida refrescante de kiwicha con edulcorante stevia.

## Capítulo II:

# MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

La kiwicha es una planta andina que se originó en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia. La kiwicha fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces ya que la evidencia histórica disponible señala que entre los pueblos de América puede haber ocurrido entre los años 3.000 y 5.000 antes de Cristo. Existen hallazgos arqueológicos de kiwicha en tumbas de Tarapacá, Calama y Arica, en Chile, y en diferentes regiones del Perú.

En los Andes, la kiwicha era cultivada en parcelas pequeñas y aisladas. Su uso era bastante restringido. Debe haber sido un cultivo menor y en muchos casos se le confundió con la quinua.

Recién a comienzos de este siglo se volvió a mencionar a la quiwicha, bajo su nombre más difundido: “amaranto”. Tellung (1914) publicó un informe de Spegazzini, indicando que “los indios Chiriguanos de Tarija en Bolivia cultivan un amaranto de semilla blanca, bajo el nombre de “grano inka”.

En 1915, el geógrafo O.F. Cook colectó semilla de amaranto, llamada “quihuicha” en el valle de Urubamba, cerca de Ollantaytambo. Más tarde el mismo Cook (1925) escribió que esta especie se cultivaba en los valles templados cercanos a Ollantaytambo y que los campesinos hacían reventar el grano, igual que el maíz.



Los primeros estudios botánicos se realizaron en Cusco, por el profesor José S. Barranca, quien en 1892 lo incluye en la lista de plantas feculentas propias del Perú y la denomina erróneamente *Chenopodium chita*. El botánico cusqueño Fortunato Herrera (1940) menciona que la “quihiucha” se debe considerar como una nueva especie para la ciencia, diferente a *A. edulis*, y que es un cultivo de la época preinca cuya disminución habría ocurrido en años recientes.

Los estudios agronómicos de esta especie en el Perú se iniciaron en la Universidad del Cusco desde 1973, a cargo de Oscar Blanco, y recibieron mayor impulso en la década del ochenta gracias a la dedicación de Luis Sumar, emprendiéndose una intensa campaña para su fomento en 1986.

En la campaña agrícola de 1979-80 se evaluó en los campos experimentales de la Universidad del Cusco, una colección de 18 ecotipos de amaranto, que fueron coleccionados por Mario Tapia en Tarija, Bolivia, y que probablemente están relacionados con la especie *A. edulis*.

Con el apoyo del CIRF-FAO, la coordinación del proyecto PISCA y la participación de profesores de la Universidad del Cusco, se colectó en Ecuador, Perú y Bolivia el material genético de estas especies (270 ecotipos) durante 1981-82. Así se dio inicio al establecimiento del banco de germoplasma de amaranto que se conserva actualmente en el Cusco y que cuenta con 800 accesiones (Sumar, 1993); a partir de esta colección *ex situ* se ha podido distribuir material de esta especie en todo el mundo.

Este grano andino, de extraordinarias cualidades nutricionales, comenzó a ser sembrado en extensiones importantes en Arequipa (Perú) a inicios de la década de 1990 en Majes y Cotahuasi. Desde entonces su producción estuvo destinada a la exportación. En

Cotahuasi, su cultivo fue estimulado por la ONG AEDES, con un sistema de producción orgánico, y promoviendo la organización de los agricultores para la comercialización.

A continuación, se citan algunos trabajos de investigación relacionados con el tema del problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el objeto de estudio.

### **2.1.1 Internacionales**

Estudios realizados en la Universidad de Chile sobre adición de cereales en fórmulas lácteas han devenido en pruebas experimentales y posteriormente su aplicación en el Programa de Desayunos Escolares.

Actualmente existen Normas Técnicas y Operativas del Programa de Alimentación INTEGRAL en Chile (1990) donde se regula la inclusión de cereales en la elaboración de fórmulas lácteas para los programas: “sala cuna menor” en niños de 3 meses a 11 meses 29 días de edad y “sala cuna mayor” en niños de 12 meses a 24 meses de edad. El programa alimentario jardines infantiles preescolares de niños de 2 años a 6 años de edad, aún no tiene normatividad alguna la adición de cereales a la leche fresca para el desayuno, así como el programa de desayunos escolares para niños en edad escolar primaria (de 7 a 12 años).

Explorando la documentación existente a nivel internacional, se puede constatar la existencia de tesis de grado con características afines, como se detalla a continuación:

**Tesis 01: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Administración y Ciencias Básicas. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Bucaramanga. Colombia. 2009.**

**Título:** *“DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE PRODUCIR Y COMERCIALIZAR UNA BEBIDA DE AMARANTO CON SABOR A CHOCOLATE EN BUCARAMANGA Y SU AREA METROPOLITANA”*

**Autor:** (María Juliana Bautista Cornejo y Lina Marcela Pico Aguirre).

**Tipo de Investigación:** Aplicada

### **Conclusiones**

- Se determinó que el Amaranto es uno de los cereales más prometedores de la tierra, el cual se espera que se posicione como uno de los más consumidos por las personas a nivel mundial debido a sus propiedades nutritivas, reemplazando al maíz, arroz, trigo, etc. Por lo tanto, es una gran idea incluirlo dentro de una bebida en polvo en donde las personas lo puedan consumir fácilmente.
- A través de la realización de la investigación de mercados se pudo determinar que a las personas les llama mucho la atención encontrar en el mercado una bebida en polvo natural de sabor a chocolate con las características nutricionales que brinda el cereal Amaranto. El 98% estaría dispuesto a comprar quincenalmente una bolsa de 300 gramos del producto para incluirla dentro de su alimentación diaria como parte del desayuno. Además, otra de los aspectos que llama la atención, es que puede ser consumida por cualquier integrante de la familia de cualquier edad.
- Para iniciar el proyecto no es necesario realizar una inversión alta, ya que los lotes de producción son pequeños y se pueden realizar la producción manualmente por un operario encargado de preparar la mezcla. En la medida que el producto se va a conocer, tenga buena aceptación, se empiece a expandir

a otras ciudades y los pedidos empiecen a aumentar significativamente se contemplara la posibilidad de comprar la maquinaria especial de mezcla, dosificadora y empacadora, con el fin de hacer más rápida y eficiente la producción.

- Para no incurrir en la compra de la máquina selladora que cuesta aproximadamente \$15.000.000, se decidió que este paso fuera realizado por la empresa Quinusan como servicio de maquila.
- En el estudio financiero, se pudo determinar la viabilidad del proyecto. El valor presente neto dio mayor que cero, lo cual ubica al proyecto como financieramente viable, la tasa interna de retorno dio 25,55% para un periodo de recuperación de la inversión es de 3 años y 7 días el cual es un tiempo relativamente corto.
- El plan de marketing que se lleve a cabo, es el que finalmente puede sacar adelante el proyecto. Dar a conocer el producto no solo por medio de degustaciones, sino también informando acerca de sus beneficios nutricionales es lo que motivará a las personas a comprarlo. Por esta razón es muy importante acertar con las estrategias planteadas, para lograr un reconocimiento y posicionamiento en el mercado.

**Tesis 02: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Perú. 2012.**

**Título:** “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE QUINUA ORGÁNICA HACIA EL MERCADO HOLANDÉS EN EL PERIODO 2015 – 2020”

**Autor:** Víctor Alfonso Simancas Serrano y María Fernanda Litardo Quiroz

**Tipo de Investigación:** Aplicada

### **Conclusiones**

- Este proyecto busca diversificar la oferta exportable del Ecuador mediante la innovación, desarrollo y generación de valor agregado que aporte directamente al cambio de la matriz productiva, tras buscar la forma de cambiar el rumbo de la economía ecuatoriana, la cual durante muchos años se ha basado en la producción y exportación de productos primarios que luego terminan reingresando al país como productos terminados con un costo mayor.
- En lo concerniente al proyecto se busca la promoción de la quinua ecuatoriana mediante la producción y exportación de una bebida orgánica que conserve los valores nutricionales de este pseudocereal, la cual va a ser destinada a la comercialización en los mercados orgánicos de los Países Bajos con el fin de mejorar la balanza comercial del Ecuador, en beneficio de los inversionistas, empresarios y consumidores locales e internacionales.
- En primera instancia este proyecto se enfoca en la elaboración de una bebida de quinua orgánica con sabor a maracuyá con el fin de cambiar los hábitos alimenticios de los consumidores, por lo cual no se descarta la posibilidad de diversificar la oferta de productos derivados de la quinua, así como el desarrollo de productos innovadores elaborados con granos andinos como el chocho y el amaranto.
- De acuerdo con el desarrollo de la bebida de quinua orgánica, se decidió lanzar la marca Quifresh, la cual promete posicionarse en el paladar de los

consumidores, con el fin de masificar las ventas, alcanzar los márgenes de rentabilidad deseados, e identificar los parámetros necesarios para diversificar y expandir la oferta a otros mercados estratégicos.

### **2.1.2 Nacionales**

El Programa Nacional de Apoyo Alimentario (PRONAA), cada año realiza la evaluación correspondiente a las especificaciones técnicas del enriquecido lácteo dirigido al Programa de Desayunos Escolares, el que tiene como característica principal ser un alimento cocido en polvo de reconstitución instantánea. La alternativa planteada en la presente investigación es la elaboración de una bebida láctea de tipo fluida, enriquecida con la adición de harinas de granos andinos altamente nutritivos, utilizando las especificaciones técnicas determinadas por el PRONAA para enriquecidos en polvo.

En el Centro Experimental Tecnológico (CET) de la Universidad Nacional del Callao, se realizaron investigaciones referentes a la formulación de un producto lácteo batido denominado milkshake durante el curso de Tecnología de Lácteos y Derivados llevado a cabo en Octubre del 2001, el cual se tomó de base y dio pie a mayores investigaciones con el propósito de mejorar la formulación inicial utilizando granos andinos procesados bajo la forma de harinas, con el fin de rescatar su valor nutritivo.

Actualmente, en la Universidad Nacional Agraria – La Molina, existen tesis referentes a la elaboración de leche saborizada con adición de frutas así como el diseño de planta e implementación del sistema HACCP en plantas de enriquecidos lácteos; sin embargo, aún no se han realizado investigaciones de productos lácteos

adicionados con harina de granos andinos, siendo innovador para el mercado local y una alternativa de consumo dirigida a niños en edad escolar.

Además, también presentamos tesis referentes a estudios que guardan relación con el tema de investigación desarrollado.

**Tesis 01: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ingeniería Química.**

**Escuela Académica Profesional de Ingeniería Química. Trujillo. Perú. 2011**

**Título:** “*ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA ENRIQUECIDA CON HARINA DE CAÑIHUA (*chenopodium pallidicaulle*) Y KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)*”

**Autor:** (Joel Rodrigo Hurtado Marchena y Jhonny Joseph Rodríguez Barreto)

**Tipo de Investigación:** Aplicada

**Conclusiones:**

1. Se logró producir una bebida láctea adicionando harinas de cañihua y kiwicha en porcentajes de 5,45 y 3,64 respectivamente, la que resultó altamente nutritiva debido al aporte proteico – energético que proporcionan dichas harinas y que incrementaron el valor nutricional propio de la leche.
2. Las operaciones unitarias seleccionadas para la producción de la bebida láctea fueron: Mezcla I, homogenización, mezcla II, pasteurización, envasado, cerrado, enfriamiento y refrigeración.
3. los parámetros utilizados en las operaciones para la elaboración de la bebida láctea fueron: Mezcla I, agregando las harinas tostadas de cañihua y kiwicha en proporción de (6:4); mezcla II, adicionando estabilizante al 0.0025% a 50°C, pasteurización a 85°C x 1’, enfriamiento a 9°C y refrigerado a 9°C.

4. La bebida láctea obtenida con la adición de harinas de cañihua y kiwicha presenta un mayor valor nutritivo, en base a su contenido proteico (5,33%) comparado con la leche con cereal Pura Vida (4,46%), y leche con tres cereales La Preferida (2,36%).
5. El mejor tratamiento fue de 85°C por un minuto, que permitió cinco días de vida útil del producto final.
6. Se encontró diferencia significativa  $\alpha = 0,05$ ) en la característica organoléptica sabor entre los productos: leche con harinas de cañihua y kiwicha (bebida en estudio), leche evaporada con cereal (Pura Vida) y leche con tres cereales (La Preferida). La evaluación sensorial a través de la prueba hedónica calificó a la bebida láctea adicionada con harinas de cañihua y kiwicha con un promedio de 8 puntos correspondientes a “me gusta mucho” con respecto a los otros dos restantes.

**Tesis 02: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA.**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGÍA. ESCUELA D**  
**EFORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.**  
**Avacucho. Perú. 2014.**

**Título:** “ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) INSTANTÁNEA FORTIFICADA EN LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGIÓN APURÍMAC”

**Autores:** (Simeón Reynaga Rojas)

**Tipo de Investigación:** Aplicada



**Conclusiones:**

- La Provincia de Andahuaylas cuenta con una superficie de producción de quinua y kiwicha la cual garantiza la viabilidad del proyecto con una producción actual de 1357,73 TM de quinua y 1380,76 TM de kiwicha, suficiente para la producción de quinua y kiwicha instantánea fortificada.
- En actualidad, el mercado presenta una tendencia de crecimiento al consumo de productos locales como es el caso de la quinua y kiwicha instantánea fortificada por los programas sociales y público en general.
- La demanda insatisfecha del mercado es de 207,60 TM de quinua y kiwicha instantánea fortificada, de los cuales se cobertura solo el 28,61% que equiva a una producción de 59,40 TM de producto final al año.
- Se determinó que el factor limitante del tamaño de planta es el mercado, quedando definido el tamaño de planta es de 0,5 TM kg/día de producto final en un turno de 8 horas al día, trabajando a su máxima capacidad a partir del quinto año.
- De acuerdo al análisis de los factores locacionales a nivel de macro localización, el Distrito de San Jerónimo cuenta con las mejores condiciones para la instalación de la planta. Para la micro localización se eligió el barrio de La Libertad a inmediaciones del ISPA.
- La tecnología seleccionada es de fácil manejo, versátil y flexible, ya que la planta puede procesar con las mismas máquinas otras materias primas, siendo las operaciones por lotes o Bach, donde los equipos de mayor importancia para la producción de quinua y kiwicha instantánea fortificada, son el Extrusor,

Molino Harinero y Mezcladora.

- Para la implementación y puesta en marcha del proyecto, se requiere de una inversión total de S/. 362157,91 el 70,14% (S/. 254000,00) será financiado a través de COFIDE, mediante el Programa de Financiamiento Multisectorial para la Pequeña Empresa PROPEM-BID), actuando como intermediario
- financiero el Banco de Crédito-Andahuaylas, cuya deuda se amortizará en un periodo de 5 años, a una tasa efectiva del 19%.
- El punto de equilibrio de la empresa se alcanza con una producción de 25399,70 kg, el cual representa el 25,66% de la capacidad instalada.
- De acuerdo a la evaluación económica y Financiera, el VANE es de S/. 420250,35 y el TIRE es de 39,06%, mayor al costo de oportunidad de capital, mientras los indicadores financieros son VANF S/. 420476,99 y el TIRF es de 52,24% superior al VANE y TIRE respectivamente, existiendo un apalancamiento del financiamiento positivo. Los otros indicadores como B/C resulta 1,11 mayor a 1,0, el periodo de recuperación de la inversión es de 3,31 años, menor al horizonte del proyecto, finalmente de acuerdo a estos indicadores, el proyecto es viable, económica y financieramente.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Kiwicha**

Es una especie anual parecida en su forma a la quinua que alcanza gran desarrollo y elevada altura en suelos fértiles en algunos casos hasta 2,60 m. Su ciclo vegetativo es de aproximadamente 6 meses para las condiciones climatológicas de valles interandinas, este periodo puede reducirse a 4,5 meses en la costa. Tiene por lo con un solo eje central y en algunas se presentan ramificaciones desde la base a lo largo del tallo. La forma del tallo es cilíndrica deformado con surcos longitudinales superficiales.

El color del tallo es variable va desde un color blanco-amarillento al rojo granate. Las hojas son romboides, lisas y las nervaduras son prominentes. Las grandes fluorescencias que llegan a medir hasta 90 cm.

### **Variedades**

Noel Vietmeyer: De grano rosado y no usado como hortaliza.

Osear Blanco: De grano blanco y usado como hortaliza.

Cbullpi: Con granos de tipo reventón, adecuados para cocción en seco.

Alan García: De pequeño tamaño y susceptible a enfermedades.

INIA 414 - Taray: Es una variedad desarrollada por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria - INIA, para ser cultivada en los valles interandinos entre 1800 y 3100 msnm. Tiene un ciclo vegetativo menor en 20 días que las otras variedades y una producción promedio de 2,5 a 3,5 1M/ha, lo que lo hacen ideal para el procesamiento industrial y la preparación de harinas enriquecidas, granolas y snacks.

INIA 413- Morocho Ayacuchano.

La Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) junto con la quinua y otros cultivos andinos, tiene alto contenido proteínico, fue una de las plantas alimenticias que consumieron los cazadores y recolectores de Norte América y los Andes antes de la domesticación de la planta en Mesoamérica, fue gradual y Mac Neish en sus excavaciones en Puebla (México) encontró *Amaranthus* junto con maíz y frijol en este proceso de domesticación. El *Amaranthus* de las cuevas de Tehuacán en Puebla data de 4000 años A.C. en tanto que la fecha más antigua en América del Sur es de 2000 años y viene de urnas funerarias de Salta.

Desde la época colonial ha disminuido notablemente la superficie cultivada de kiwicha, su cultivo se mantiene sin persistencia en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina,

debido a la persistencia de los agricultores andinos sigue teniendo importancia por su excelente calidad nutritiva (Tapia, 1992). La kiwicha tradicionalmente se siembra en los valles interandinos zona "Quechua", zona ecológica ubicada entre 2700 - 3500 m.s.n.m. crece al igual que el maíz en la Costa, Sierra y Selva hasta los 3000 m.s.n.m. a diferencia del maíz se necesita menos cantidad de agua para su riego. Los primeros estudios agronómicos se iniciaron en la Universidad del Cusco, entre 1973 a cargo del Ing. Oscar Blanco y recibieron mayor impulso en la década del ochenta, gracias al entusiasmo del Ing. Luis Sumar, emprendiéndose una gran campaña para su fomento en 1984.

Es un alimento rico en proteínas, minerales como: Calcio, fósforo, hierro y en vitaminas. El contenido de proteínas es mayor que los cereales comerciales de mayor difusión mundial, trigo, maíz y arroz, y supera ligeramente a la quinua (Early, 1985).

### **2.2.2 Composición Química y Valor Nutritivo**

La kiwicha tiene características nutricionales únicas figura como el número uno de los cereales con los mayores valores nutritivos que la leche. Tiene aminoácidos esenciales como la lisina, metionina y cisteína manteniendo un altísimo porcentaje de estos elementos. La lisina es el factor primordial para el desarrollo orgánico y mental del hombre. Además, tiene un alto contenido de proteínas. Del mismo modo sus hojas sensibles también son usadas para alimentar la ganadería. Las semillas de kiwicha tienen un interés excepcional alimenticio debido a los estudios que demuestran su gran potencial de proteína. La kiwicha tiene una composición más equilibrada que los cereales convencionales y una mayor cantidad de proteínas de calidad. (Bicher, 2008). La kiwicha tiene el nivel más alto en la proteína, el calcio, el hierro y el fósforo en comparación con el grano, el centeno, el arroz y la leche, que hace de la kiwicha un alimento excepcional. (Bicher, 2008).

En la Tabla 4 se aprecia la composición química del *Amaranthus* reportado por diferentes autores. La composición química promedio de la kiwicha indica un contenido de 62-64% de almidón, 12-15% de proteínas de 2-3% de azúcares totales, 7 - 8% de grasas y 2- 2,3% de ceniza (Macedo, 1990). El contenido de proteínas en el grano es elevado (12-16%) con un óptimo balance de aminoácidos (Tapia 1992) mientras que el maíz alcanza únicamente el 10% (JUNAC, 1990). Por otro lado, Castro (1987) menciona que la proteína se encuentra en todos los tejidos de los grupos de cereales existiendo mayores concentraciones en el embrión, y capa de aleurona que en el endospermo, pericarpio y testa. La proporción de proteínas en los amarantos se equipará favorablemente con los otros aminoácidos (Sánchez, 1983).

En cuanto al contenido de lípidos la kiwicha contiene altos niveles en comparación con otros cereales convencionales un valor típico es de 7,6% por consiguiente tiene una mayor densidad energética. El almidón es el componente más abundante en la kiwicha, contiene aproximadamente 62% del peso total del grano comparando los gránulos de almidón de la kiwicha, es más pequeño que el del trigo (Castro, 1987). El almidón del amaranto está constituido principalmente por amilopectina con solo (5-7%) de amilosa, que el almidón de trigo (20%) así la capacidad de almidón por hincharse cuando se mezcla con agua es mucho más baja que la del trigo (Bressani 1985). El germen y el afrecho del amaranto constituyen un 25% de la semilla y la harina 74% (aproximadamente lo mismo que en el caso del trigo). El germen contiene 30% de proteínas y 20% de aceite, en tanto que en el afrecho es apreciable su alto contenido de fibra, vitaminas y minerales (Junta de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Integral 1990 mencionado por Ancasi, 1993).

Los elementos inorgánicos más importantes en la kiwicha son el sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo, magnesio y otros elementos, aunque en cantidades pequeñas son indispensables para la vida. El contenido de vitaminas de la kiwicha es similar a la quinua con excepción del ácido ascórbico que en promedio contiene una mayor proporción. El valor nutritivo de la kiwicha es indiscutible, diversos estudios realizados han comprobado su alta calidad proteica en relación a otros cereales, así como su riqueza en grasas y otros componentes. El amaranto con pequeños porcentajes (utilización de no más de 20%) de proteínas puede servir como complemento importante de algunos cereales, compensando su deficiencia en leucina que se encuentra en exceso en estos cereales (INDES 1988).

**Tabla N° 2: Composición química de la kiwicha x 100 g en base húmeda**

Componentes	Amaranthus Caudatus	
	1	2
Energía (Kcal)		361,6
<b><u>Análisis Prox. (g)</u></b>		
Humedad	12,3	12,4
Proteína	12,9	12,50
Grasa	7,2	7,15
Carbohidratos	65,1	63,49
Fibra	6,7	1,90
Ceniza	2,5	2,32
<b><u>Minerales (mg)</u></b>		
Calcio	179	95,32
Fósforo	454	1624,8
Hierro	5,3	8,8
Potasio	-	494
<b><u>Vitaminas (mg)</u></b>		
Tiamina	0,20	0,012
Riboflavina	0,57	0,31
Niacina	0,95	6,43
Ac. Ascórbico	3,2	-
Piridoxina	-	0,72

**FUENTE:** COLLAZOS (1993), YAYA y CALDAS (1990).

Lo extraordinario de la proteína del amaranto es su riqueza en aminoácidos esenciales incluyendo la lisina y la metionina, los cuales como es bien sabido tienen una proporción que limita el valor biológico de los cereales. La eficiencia proteica es comparable con la caseína (Sánchez 1983). Las proteínas difieren en valor nutritivo, debido a las diferencias en la clase y cantidad de sus aminoácidos constitutivos. La lisina es el primer aminoácido limitante en los cereales. La proteína de la kiwicha contiene niveles relativamente altos de lisina (50%) casi el doble del trigo y tres veces más que el maíz) y contenidos de aminoácidos azufrados (4,4%) en comparación a los granos más comunes (Castro, 1987). En la Tabla 3 se muestran, los aminogramas de varias especies de género *Amaranthus*, se puede apreciar que *A. caudatus* tiene un adecuado balance de aminoácidos, si se le compara con el patrón FAO (1973) con una ligera deficiencia en leucina, pero presenta mayores tenores de lisina y aminoácidos azufrados (metionina y cistina) en los cuales como es conocido son suficientes la mayoría de cereales y leguminosas; de allí su gran importancia como alimento aportador de dicho aminoácido cuando se efectúan mezclas.

Su cómputo químico es de 84,8 (Patrón FAO = 100). Las otras especies de amarantos también tienen como primer aminoácido limitante a la leucina y para *A. edulis* el cómputo químico es de 73 (Becker, 1984). En el Perú en los lugares tropicales, las hojas son usadas como hortalizas, generalmente se hierven y luego se fríen, el tallo se usa para leña y la ceniza para masticar la coca y para pelar maíz, con el grano reventado se preparan turrónes, toffees, así como también harinas las cuales se usan combinándolas con la harina de trigo en panificación, se preparan hojuelas, se utilizan en sopas, guisos, panqueques, mazamorras, etc. De la kiwicha (variedad roja), se extrae la betalina (tinte natural rojo).

**Tabla N° 3:** Aminograma y computo químico en diferentes especies de amaranthus (g aa/16gN)

Aminoácidos	A. caudatus		A. cruentus	A. hipocho	A. edulis	P.FAO 1993	PP.Es.FAO
	a.	a.1	b	b	c	d	e
Isoleucina	3,5	3,2	--	--	4,1	4	2,8
Leucina	5,4	5,4	5,5	5,6	6,3	7	6,6
Lisina	6,4	6,0	5,4	5,6	5,9	5,4	5,8
Fen + Tir	7,2	6,4	6,7	7,2	8,1	6,1	6,3
Met + Cis	4,8	6,1	4,2	4,5	4,9	3,5	2,5
Treonina	3,6	3,3	3,2	3,4	4,0	4	3,4
Triptófano	1,2	1,1	--	--	1,1	1,0	1,1
Vallina	4,6	3,8	4,3	4,2	4,7	5	3,5
Cómputo							
Químico	84,6		--	--	73	100	100
1er. AA.Lim	leu	leu	leu	leu	leu	--	--

**FUENTE:**

a Análisis de una muestra de Kiwicha (Cuzco). Degussa A.C. Fran Kfurt R.F.A.

a.1 Repo Carrasco (1992)

b Sánchez Marroquín (1983)

c Becker (1981)

d Patrón FAO (1973)

e Patrón Preescolar FAO (1985)

Después de la segunda guerra mundial surge el sistema de normalización o estandarización como una manera de unificar criterios productivos en el ámbito militar, se deseaba mejorar en aspectos tales como: calidad, compatibilidad de piezas, resistencia de materiales, durabilidad, seguridad, etc. La estandarización es creada en Europa y su nombre es International Organization for Standardization ISO (Organización Internacional de Normalización), con sede en Ginebra y dependiente de la ONU. Esta familia de normas reaparece en 1987, tomando como base la norma británica, está constituida como una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de



ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. La versión en español de esta Norma Internacional ha sido traducida por el grupo de trabajo Spanish Translation Task Group (STTG) del Comité Técnico ISO/TEC 176, Gestión y aseguramiento de la calidad en el que participan países como: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Estados Unidos, México, Perú, República dominicana, Uruguay y Venezuela. La tarea principal de los comités técnicos es preparar Normas Internacionales. Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se hacen llegar a los comités técnicos para su votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros con derecho a voto. La norma ISO 9001 ha sido preparada por el comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y aseguramiento de la calidad, Subcomité SC 2, Sistemas de Calidad.

### **2.2.3 Cultivo de la Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*)**

El amaranto es una planta dicotiledónea, herbácea, anual, que crece hasta alcanzar los 2m. de altura en cualquier tipo de tierra entre 2000 y 2800 m.s.n.m, este crecimiento es superado en épocas calurosas; el cultivo no se ve afectado por temperaturas altas o bajas ni por sequías. Los estudios revelan que el cultivo necesita menos cantidad de agua que el maíz. En cuanto a su producción por planta, una sola puede producir cerca de un millón de semillas, estas, aún sin ser gramíneas, pueden conservarse por tiempo prolongado sin perder sus propiedades. Se asegura que la planta de amaranto tiene mucho futuro, no solo por sus cualidades nutricionales sino también porque puede ser aprovechada con distintos fines industriales: elaboración de cosméticos, colorantes y plásticos biodegradables.

### 2.2.3.1 Preparación del Suelo

El amaranto se adapta bien a suelos francos de buen drenaje y soporta un pH de 6,2 hasta 7,8 con buen rendimiento; esta especie es considerada como un cultivo con cierta tolerancia a condiciones salinas.

Para la preparación del suelo, “es conveniente una arada, dos pases de rastra y si es posible la nivelación del suelo. Estas labores se pueden hacer con tractor, yunta o manualmente”. (Monteros *et al*, 1994).

### 2.2.3.2 Semilla

Es importante el uso de semilla certificada o seleccionada para asegurar la calidad y el rendimiento de la cosecha. Además, es necesario utilizar semilla fresca como se muestra en la fotografía 2, ya que el almacenamiento prolongado baja drásticamente el poder germinativo de la misma.

**Figura N° 3**

**Semilla de *Amaranthus Caudatus***



(Fuente: Alisur, 2017)

### **2.2.3.3 Siembra**

La siembra puede ser manual o mecanizada. En el primer caso, es conveniente surcar el terreno para depositar la semilla a un costado de los surcos mismos que deben estar espaciados a 0,6 m. y con una profundidad de entre 10 y 15 cm. Para la siembra mecánica no es necesario surcar el terreno, se puede utilizar la sembradora de semillas de hortalizas, alfalfa o fréjol.

La densidad de siembra varía de 6 a 8 kg/ha cuando es mecanizada y puede llegar a 12 kg/ha cuando es manual. Esta operación debe realizarse entre diciembre y febrero de tal manera que la cosecha coincida con un período seco; es importante realizar la siembra cuando existe suficiente humedad en el suelo para asegurar la germinación.

### **2.2.3.4 Fertilización**

La fertilización va a depender del uso posterior que se dé al cultivo, sea para grano o para forraje. Debe considerarse el tipo de abono y la cantidad de fertilizante a utilizar en el momento de la siembra tomando en cuenta si esta es mixta o aislada. *Para un mayor rendimiento el uso de abono químico 18-46-00 en dosis de dos bolsas de 50 kg/ha en el momento de la siembra, y una bolsa de urea durante el aporque. Si se trata de abono orgánico o estiércol se recomienda una cantidad aproximada de 1400 kg/ha. (Tejerina et al, 2005).*

### **2.2.3.5 Labores Culturales**

Este cultivo presenta un crecimiento inicial lento por lo que es necesario realizar una deshierba entre los 30-45 días después de la siembra para impedir la competencia de malezas. Luego, el cultivo crece rápidamente y cubre el suelo; al

alcanzar una altura de 25-30 cm. es necesario hacer un aporque para otorgar mayor firmeza a la planta.

#### **2.2.3.6 Plagas**

Los insectos que más causan daño al amaranto en las primeras semanas de crecimiento son las hormigas, y durante el desarrollo del cultivo, los insectos que mastican y consumen el follaje produciendo perforaciones en las hojas. Entre ellos se destacan las larvas Lepidópteras del género *Agrotis* (gusanos trozadores) y las larvas Lepidópteras del género *Feltia* (gusanos cortadores).

#### **2.2.3.7 Enfermedades**

Entre las enfermedades que atacan con mayor frecuencia al cultivo de amaranto se encuentran las causadas por hongos como la esclerotina (*sclerotinia sclerotiorum*) que afecta a todos los órganos de la planta produciéndose una clorosis completa en la panoja.

Otra enfermedad que puede afectar al cultivo es la alternariosis (*Alternaria sp.*) la misma que afecta a las hojas y al tallo, causando así manchas rojizas de diferente tamaño.

Finalmente, la roya blanca (*Albugo sp.*) ocasiona la aparición de póstulas en las hojas, esto las hace menos atractivas para su uso como verdura afectando a la vez el rendimiento del grano.

#### **2.2.3.8 Cosecha y Trilla**

El tamaño tan reducido del grano causa dificultades en la cosecha y un elevado requerimiento de mano de obra (20 a 40 jornales por ha). Esta operación se debe realizar cuando las plantas presentan un color pardo amarillento.

La siega puede realizarse con hoz y la trilla con trilladoras estacionarias de trigo, estas han dado buenos resultados a condición de que se regule la velocidad del tamizado y se utilice una zaranda de grano fino. Para lotes pequeños, se puede aplicar la trilla manual, usando garrotes o varas para desprender los granos de la panoja.

#### **2.2.3.9 Prácticas Post-cosecha**

Se recomienda el uso de ciertas prácticas pos-cosecha para evitar pérdidas innecesarias del producto y el deterioro prematuro de la calidad del grano. Al igual que todos los granos, la humedad residual a alcanzar debe ser igual o menor al 14% y así evitar la fermentación, la formación de mohos, el ataque de insectos y la pudrición del mismo.

Una práctica necesaria es el secado, este puede realizarse mediante la exposición al sol o con secadoras artificiales.

Es aconsejable además realizar una clasificación del grano, para lo cual se puede usar un tamiz de 2mm de diámetro para separar impurezas grandes y un tamiz de 1.1 mm. de diámetro para separar el grano de primera calidad de los granos más finos y del polvo.

#### **2.2.3.10 Almacenamiento del Grano**

La semilla debe ser almacenada en sacos o bolsas, en recipientes de madera o directamente colocada en el piso de ambientes dedicados a este fin. Se debe tener en cuenta la protección necesaria contra insectos y roedores, y considerar un sitio de baja humedad.

El grano almacenado libre de plagas, conserva su potencial nutritivo natural entre los 5 y 7 años en un lugar fresco, seco y adecuadamente ventilado.

## **2.3 Definiciones conceptuales**

### **2.3.1 Formulación de un nuevo producto**

Desde el punto de vista del consumidor, un nuevo producto es algo que le proporciona “beneficios” alimentarios, sociales, culturales, etc y que le persuade para que lo compre. No solo percibe el alimento en base a sus características físicas, químicas y nutricionales como lo podemos ver los tecnólogos de alimentos. Para ellos, el envase y la publicidad del producto son los aspectos que se perciben en primer término. Pero únicamente cuando el nuevo producto alimentario cubre las demandas esperadas es cuando el consumidor se fideliza.

### **2.3.2 Fases para el desarrollo de un nuevo producto alimenticio**

Por tanto, ¿cómo abordamos este reto?. Aplicando una metodología de trabajo en la que incorporamos todas las posibles variables a tener en cuenta en este proceso creativo y que nos permite transformar la idea de producto en una realidad tecnológica de producto.

Para ello seguimos las siguientes etapas:

- Fase de Conceptualización
- Estudios previos
- Formulación y proceso
- Estudios vida útil
- Validación sensorial

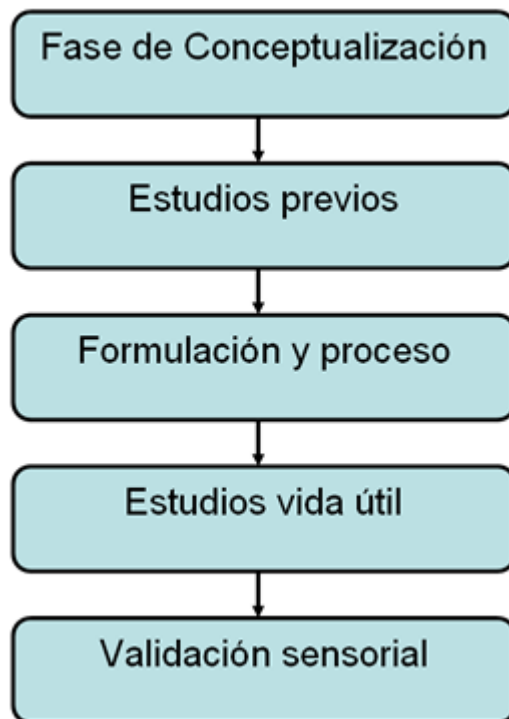


Figura N° 4: Fases del Proceso

- **Conceptualización del nuevo producto:** junto con un análisis de las tendencias de mercado e innovación de producto presente ya en el mercado. Este análisis nos ayuda a diseñar y acotar con mayores garantías de éxito las principales características que debe tener dicho producto de los ingredientes a emplear, packaging, posicionamiento en lineal, precio, etc.

Por ejemplo, desarrollar un nuevo producto cárnico saludable para adolescentes requiere tener en cuenta aspectos de sabor y textura demandados por este colectivo, unidos a aspectos de practicidad y comodidad para ser consumido “on the go” y adicionalmente formularlo con grasas poliinsaturadas y/o menor contenido en sal.

- **Estudios previos:** Previamente al desarrollo experimental, debemos abordar todos los estudios previos necesarios (encuadre científico-técnico y legal, identificación de

nuevos ingredientes y materiales de envasado, definición de la vida útil requerida, tecnología de conservación a emplear, etc.

- **Formulación y Proceso:** Pasamos ya a los ensayos de formulación y proceso con las materias primas, ingredientes y tratamientos de elaboración y conservación definidos anteriormente que nos conducen a la generación de diferentes prototipos de producto. En estos ensayos evaluamos por ejemplo la influencia de diferentes hidrocoloides en las características de la emulsión obtenida de un nuevo fiambre de pescado en el que no empleamos grasas o proteínas de otros animales y que nos permiten conseguir un perfecto loncheado del producto.
- **La seguridad alimentaria:** es un requisito indispensable que nos exige realizar estudios de conservación del alimento para conocer su vida útil o periodo de tiempo durante el cual el nuevo producto mantiene sus características de calidad sensorial y la seguridad y estabilidad microbiológica.
- **Validación sensorial con consumidores:** Por último, es la etapa del proceso que nos permite medir de la forma más objetiva posible el resultado de nuestro desarrollo. Aunque existen técnicas instrumentales para evaluar la textura o incluso el aroma, el empleo de los sentidos en las catas de alimentos, es la herramienta más potente que disponemos para dilucidar la aceptación y preferencia de un producto y conocer sus puntos fuertes/puntos débiles.

Este proceso creativo, en el que participa un equipo técnico multidisciplinar, supone por tanto mayores garantías de éxito en la comercialización en el mercado de un nuevo producto, atractivo para el consumidor, y que cubra la funcionalidad de la idea con la que se concibió.



## **2.4 Formulación de la Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La obtención y formulación de una bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia permitirá aumentar de los niveles nutricionales de los consumidores.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

- La determinación de la formulación de una bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia permitirá obtener un producto de calidad proteica que influirá significativamente en el aumento de los niveles nutricionales de los consumidores finales.
- La determinación del diagrama de flujo de operaciones para la obtención de una bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia permitirá implementar el proceso más eficiente para su obtención.

## **Capítulo III**

# **METODOLOGÍA**

Para desarrollar la formulación de la bebida refrescante y nutritiva a base de kiwicha con edulcorante stevia, se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimientos descritos a continuación; así mismo se estableció el porcentaje a utilizar de kiwicha, hasta obtener una formulación aceptada por el consumidor, lo cual se determinará en base a pruebas hedónicas de escala de 9 puntos.

La materia prima e insumos de donde se extrajeron las muestras de estudio correspondieron a granos de pseudocereales adquiridos en el mercado central de Huacho – Huaura – Lima.

### **3.1. DISEÑO METODOLOGICO**

#### **3.1.1. Tipo**

De acuerdo al fin, la investigación es Aplicada.

#### **3.1.2 Enfoque**

La investigación es documental, porque dependió fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, en sentido amplio, como todo material de índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o acontecimiento; este proceso es indispensable y obligatorio para poder iniciar la investigación. Al respecto ARIAS (2000) comenta que: aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos. (17)

Además, es de carácter descriptivo porque permite describir, registrar, analizar e interpretar el proceso de elaboración de una bebida refrescante a base de kiwicha, se logrará

caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. En este sentido SABINO (2001), la define como:

Su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos, de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten poner en manifiesto su estructura o comportamiento. (18)

## **3.2 DISEÑO METODOLOGICO**

### **3.2.1. Población**

La Población está constituido por 50 Kg. de kiwicha.

### **3.2.2 Muestra**

La misma que estuvo constituida por lotes de 10 kg kiwicha, los mismos que fueron acondicionados de forma correcta para los tratamientos posteriores.

### **3.2.3 Unidad de análisis**

Los análisis fisicoquímicos, sensoriales y el proceso de formulación de la bebida refrescante y nutritiva a base de kiwicha con edulcorante stevia se realizaron en los laboratorios de Físico Química y Laboratorio de Control de Calidad y Tecnología de Alimentos de la Escuela de Industrias Alimentarias – Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Los análisis microbiológicos se realizaron en un laboratorio externo llamado “RAMIREZ”.

## **3.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES**

Las variables de la investigación se detallan a continuación:

- **Variable independiente:** Bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia  
Es considerado como variable independiente porque de acuerdo a la estructura de esta, podremos observar los cambios que se producen en la variable dependiente.

- **Variable dependiente:** Contenido de Proteína (%), contenido de fibra cruda (%), características sensoriales (apariencia, color, olor, sabor y textura).

Es considerada así porque en la relación causa – efecto, en esta variable se podrá observar los cambios. El siguiente cuadro denominado operacionalización de variables detalla la definición, dimensiones, indicadores y escala de medición utilizados en la investigación:

**Cuadro N° 1. Variables independientes y dependientes para el estudio de formulación de una bebida refrescante y nutritiva a base de kiwicha con edulcorante stevia.**

Variable	Agua – Kiwicha (%)
Independiente	40/60 50/50 60/40
Dependiente	Contenido de Proteína (%)
	Contenido de fibra cruda (%)
	Características sensoriales (Apariencia, color, olor, sabor y textura)

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla N° 4:

## Matriz de Operacionalización de Variables

Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Dimensiones categóricas	Definición operacional	Instrumentos recolección de datos
La obtención y formulación de una bebida refrescante y nutritiva a base de kiwicha con edulcorante stevia mejorará de manera positiva los niveles de nutrición de los consumidores finales de esta bebida.	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Contenido de Proteína (%), contenido de fibra cruda (%), características sensoriales (apariencia, color, olor, sabor y textura).</p>	<p><b>Obtención</b></p> <p>Por medio de la presente de investigación se quiere obtener una bebida refrescante a base de kiwicha (cereal andino, exótico y de alto valor nutritivo) con edulcorante stevia.</p> <p><b>Formulación</b></p> <p>Que este trabajo de investigación sirva para determinar un mercado objetivo para la elaboración de bebidas refrescante a base de kiwicha, identificar sus características, gustos y preferencias con el fin de diseñar el producto.</p> <p><b>Actividad</b></p> <p>Es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para cumplir las metas de un programa o subprograma de operación.</p>	<p>Calidad</p> <p>Actividad</p> <p>Proceso</p> <p>Contenido de Proteína (%)</p> <p>Contenido de fibra cruda (%),</p> <p>Características sensoriales (apariencia, color, olor, sabor y textura).</p>	Bebida refrescante a base de kiwicha con edulcorante stevia.	<p>Equipos</p> <p>Instrumentos</p> <p>Materiales</p> <p>Reactivos</p> <p>Soluciones</p>

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Equipos e instrumentos**

- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g.
- Baño maría Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- Congeladora Faeda.
- Cronómetro.
- Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet.
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Refrigerador OLG.
- Refractómetro de mano, ATAGO graduado de 0 a 100% de sacarosa.
- Estufa Memmert de aire forzado UF de 30 L

#### **3.4.2 Materiales**

- Buretas de 25 y 50 ml.
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 mL.
- Agitador de vidrio.
- Crisoles.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana.
- Juego de tamices N° 20. 40 y 60.
- Equipo de titulación.

### 3.4.3 Reactivos y soluciones

- Ácido acético Q.P.
- Ácido ascórbico grado alimentario.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Agua destilada.
- Azul de Metileno en polvo.
- Acetato de Sodio Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Almidón soluble.
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5.
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0.
- Cloruro de Sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v.
- Glucosa anhidra grado reactive
- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%
- Tiosulfato de sodio 5H<sub>2</sub>O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

### 3.4.4 Método de análisis

#### 3.4.4.1 Análisis físico químico

Los métodos de análisis físicos químicos (anexo 1) que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

**Cuadro N° 2: Métodos de análisis químico proximal**

Análisis	Método	Nombre del método
Determinación de Humedad	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de Grasa	AOAC (2005)	Método Soxhlet.
Determinación de Proteínas	AOAC (2005)	Método Kjeldahl
Determinación de Ceniza	AOAC (2005)	Método por calcinación
Determinación de Fibra Cruda	AOAC (2005)	Método Henneberg
Extracto libre de Nitrógeno	Por diferencia	-

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.4.4.2 Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos fueron solicitados al Laboratorio RAMIREZ, laboratorio particular dedicado a análisis microbiológicos de alimentos.

Los resultados de los análisis se presentarán en un informe que formara parte de los anexos de la presente investigación.

#### 3.4.4.3 Análisis Sensorial

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de sabor, olor, color, textura y apariencia para lo cual se utilizó una escala hedónica de 9 puntos (me gusta muchísimo – me disgusta muchísimo), los que fueron evaluados por 25 panelistas semi entrenados (Anzaldua, 1994). El formato empleado se muestra en los anexos.



### **Escala Hedónica de nueve puntos**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

## **3.5 Metodología Experimental**

### **3.5.1 Caracterización de la Materia Prima**

#### **3.5.1.1 Análisis físico químico**

La caracterización de las materias primas consistió en: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza, carbohidratos totales y acidez. Las muestras fueron trabajadas con tres repeticiones.

#### **3.5.1.2 Obtención de la bebida nutritiva**

Se experimentó con kiwicha en diferentes porcentajes como se indica en el cuadro 7. Todas las formulaciones fueron saborizadas con mezclas con saborizantes como: chocolate – vainilla, lima – limón y naranja. Las operaciones empleadas para obtener una bebida nutritiva con características nutricionales y organolépticas apropiadas son las que se describen a continuación.

### **3.5.1.3 Recepción de materia prima**

Las materias primas (kiwicha) fueron adquiridas por compra directa en el mercado central de la ciudad de Huacho.

### **3.5.1.4 Selección y Clasificación**

Se realizó con la finalidad de eliminar materia extraña y algunos granos que pudieron encontrarse deteriorados.

### **3.5.1.5 Pesado**

Se pesó de acuerdo a cada formulación. El peso de los granos para cada tratamiento fue de 100g.

### **3.5.1.6 Remojo**

Los granos de kiwicha fueron remojados por un tiempo de 6 horas y lavados manualmente antes de ser utilizados, con la finalidad de extraer la mayor cantidad de saponina (sustancia amarga).

### **3.5.1.7 Dilución**

Cada formulación (cuadro 7) tenía un peso de 100 g. Para la dilución se usó la relación de kiwicha: agua igual a 1:6. Por lo que la dilución estuvo constituida por 100 g. de cereal (kiwicha) según la formulación y 600 ml. de agua (agua tratada de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – PROYECTO FOCAM). El agua presentó un pH igual a 7.1 y una dureza de 50 ppm.

### **3.5.1.8 Cocción**

La dilución fue sometida a temperatura de 95°C por un tiempo de cocción de 45 minutos.

Durante esta operación se adicionaron los insumos como estabilizante 0.01% (carboximetilcelulosa), stevia, sorbato (0,03%) y ácido cítrico (0.05%).

### **3.5.1.9 Envasado**

Se realizó en envases de vidrio con capacidad de 495 ml y a una temperatura promedio de trabajo de 90 ° C.

### **3.5.1.10 Cerrado**

Se realizó de forma manual y con tapas de metal de tipo twist off.

### **3.5.2.10 Enfriado**

Se realizó lo más rápido posible provocando shock térmico con agua fría hasta una temperatura de 30°C.

### **3.5.1.12 Codificación/Almacenado**

Se codificó en función a los tratamientos y se almacenó a temperatura ambiente (25°C) y en un lugar fresco para su conservación por 60 días.

### **3.5.1.13 Evaluación**

Se realizaron análisis fisicoquímico y organoléptico, con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento.

## **3.5.3 Caracterización del producto obtenido**

### **3.5.3.1 Caracterización químico proximal**

La caracterización de la bebida nutritiva se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el cuadro 8

### **3.5.3.2 Análisis microbiológico**

Se solicitó los servicios del laboratorio “Ramirez” para la evaluación microbiológica, los métodos utilizados y resultados se indican en los anexos.

### 3.5.3.3 Evaluación organoléptica

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de sabor, olor, color, apariencia y textura, los que serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo (9) – Me Disgusta Muchísimo (1), empleando para esta prueba 25 panelistas semi-entrenados (Anzaldúa, 1994). El formato se muestra en los anexos.

### 3.5.4 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. Se empleará el software estadístico SPSS versión 22.

El modelo estadístico que se siguió fue un modelo de diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

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

$E_{ij}$	=	Variable respuesta observada
$\mu$	=	Media general
$\alpha_i$	=	Efecto del i-ésimo nivel
$\varepsilon_{ij}$	=	Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

**Tabla N° 5: Análisis de varianza para los tratamientos**

F.V.	G.L.
Tratamientos	4
Error	95
Total	99

Fuente: Elaboración Propia (2018)

## Capítulo IV

### RESULTADOS

#### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS DE KIWICHA Y DE SU HARINA

##### 4.1.1. Composición de la harina de kiwicha obtenida por molienda seca

La composición centesimal de la harina de las semillas de *A. Caudatus* se detalla en la Tabla 3. El contenido proteico de esta variedad es similar al de otras variedades con las que se compara, presentando valores levemente inferiores de grasas e intermedios de fibras.

**Tabla 6.** Composición centesimal de semillas de *A. Caudatus* y comparación con *A. Cruentus* y *A. Edulis*.

Componente	<i>A. Caudatus</i>		<i>A. Cruentus</i> <sup>b</sup>	<i>A. Edulis</i> <sup>c</sup>
	bH <sup>d</sup>	bS <sup>d</sup>	bS	bS
Humedad	8,97 ± 0,07	--	--	--
Proteínas <sup>e</sup>	14,68 ± 0,25	16,00 ± 0,25	16,60	15,30
Cenizas	2,77 ± 0,07	3,04 ± 0,07	3,35	3,50
Grasas	5,96 ± 0,25	6,49 ± 0,25	8,77	8,60
Fibras	3,74 ± 0,07	4,08 ± 0,07	9,83	2,00
Almidón <sup>a</sup>	63,88	70,39	61,45	70,60

<sup>a</sup> Por diferencia.

<sup>b</sup> Extraído de Escudero *et al.*, 2004.

<sup>c</sup> Extraído de Barba de la Rosa *et al.*, 2009.

<sup>d</sup> Los valores fueron obtenidos por triplicado. bH = Base Húmeda y bS = Base Seca

<sup>e</sup> Factor N x 5,85.

##### 4.1.2. Comportamiento de la harina de amaranto a la cocción: Amilogramas

Se determinó el comportamiento amilográfico de las suspensiones de la harina de amaranto a distintas concentraciones (Figura 3) y los parámetros característicos de este

ensayo (Tabla 10).

Se puede observar que a mayor concentración de la suspensión:

- Disminuye la temperatura de empastamiento,
- Disminuye la temperatura del pico máximo o pico de gelatinización,
- Aumenta marcadamente la viscosidad (UB) en dicho pico de gelatinización,
- Disminuye la resistencia a la cocción (aumenta la caída de viscosidad del periodo a 95 °C),
- Aumenta la retrogradación.

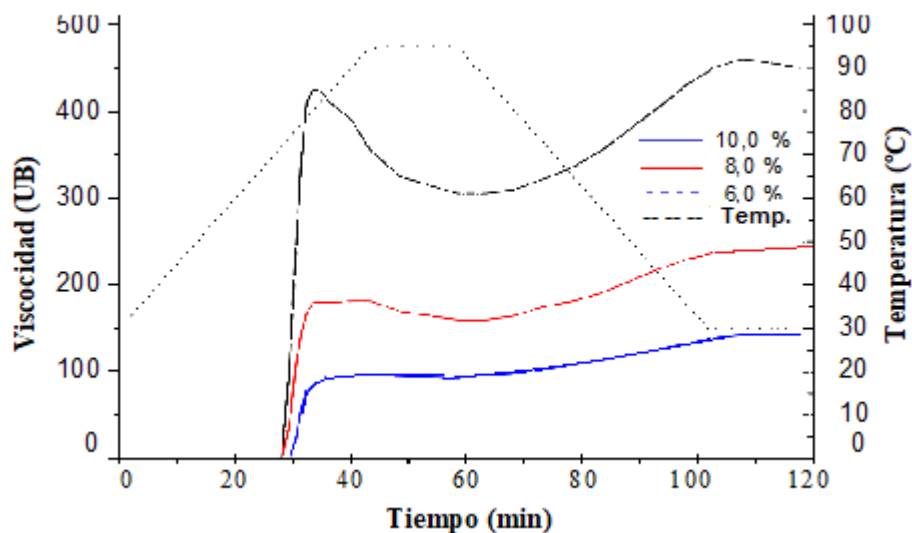
Los amilogramas son típicos de un cereal de fácil cocción ya que el pico de gelatinización se encuentra entre 10 y 15 °C por debajo de 95 °C, máxima temperatura del ensayo amilográfico.

La disminución de las temperaturas de gelatinización con la concentración es concordante con las determinaciones de Rasper (1988) en almidones puros.

Los valores de viscosidad del pico máximo para las tres concentraciones de harina son varias veces inferiores a los respectivos niveles determinados en un almidón aislado a partir de semillas de amaranto de la misma variedad (Paduan, 2009), lo que muestra el efecto de dilución y la influencia de los otros componentes (proteínas, lípidos, minerales, etc.) sobre la gelatinización del almidón.

Las disminuciones de viscosidad en el periodo de cocción constante a 95 °C son muy inferiores a las encontradas en almidones normales como los de maíz y papa.

La retrogradación del almidón de amaranto es pequeña en comparación con almidones de maíz y trigo, dada la baja cantidad de amilosa que presenta el amaranto (Paduan, 2009).



**Figura N° 5.** Amilogramas de harina de Kiwicha a distintas concentraciones, la línea punteada muestra los rangos de temperaturas trabajados.

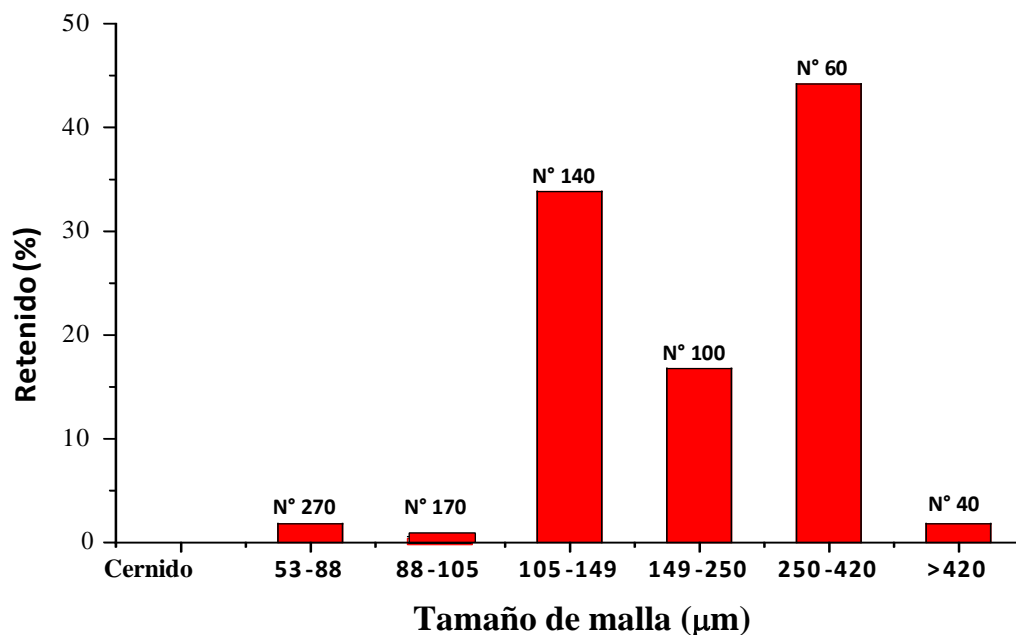
**Tabla N° 7.** Parámetros característicos de las curvas amilográficas

Concentración de las suspensiones	6,0%	8,0%	10,0%
Temperatura de empastamiento (°C)	74,0	72,5	72,0
Temperatura de pico máximo (°C)	84,5	81,5	79,5
UB pico máximo (UB)	96,0	181,0	425,0
Resistencia a la cocción (UB)	3,0	21,0	50,0
Retrogradación (UB)	45,0	75,0	140,0

#### 4.1.3. Análisis granulométrico de la harina obtenida por molienda seca

En la Figura 4 se puede observar que la mayor parte de las partículas de harina que se obtuvo por MS presentó tamaños de partícula entre 105 y 420  $\mu\text{m}$  (94,9 %).

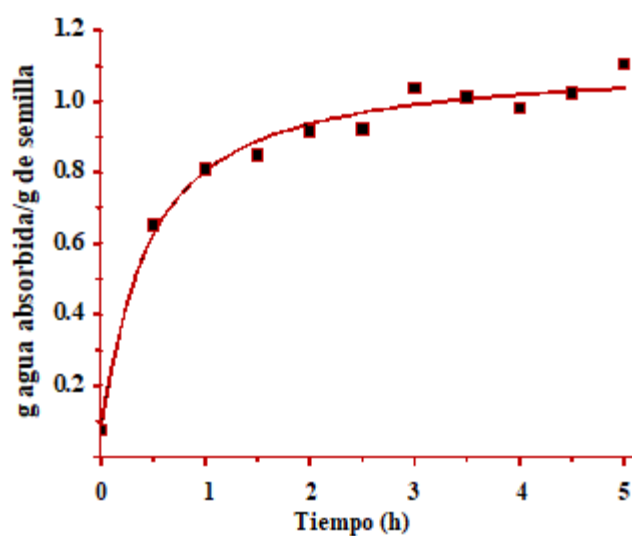




**Figura N° 6.** Análisis granulométrico de harina de Amaranto, utilizando tamices de la serie normalizada de ASTM (ensayo realizado por duplicado).

#### 4.1.4. Ensayo de hidratación de las semillas

El procedimiento de MH requirió una hidratación previa de los granos para facilitar la molienda coloidal. Como se mencionó previamente, se determinó el agua de hidratación en función del tiempo de remojo. Los datos obtenidos se muestran en la Figura 7.



**Figura N° 7.** Ensayo de hidratación de granos de kiwicha

La curva de hidratación presenta una etapa inicial con importante velocidad de absorción de agua, la que disminuye gradualmente cuando el contenido de humedad del grano se aproxima al de saturación, de manera similar a lo determinado por Calzetta Resio et al. (2006). Al cabo de 3 horas el peso de las semillas se duplicó por el agua absorbida, con un leve incremento posterior. Dicho valor se tomó como tiempo mínimo de hidratación de los granos en los ensayos de MH.

## **4.2. OBTENCIÓN DE LAS SUSPENSIONES BASE**

A continuación, se describen en forma resumida las diversas variantes de proceso ensayadas, dejando para un tratamiento posterior las determinaciones reológicas y de estabilidad de las suspensiones.

### **4.2.1. Obtención de las suspensiones base por molienda seca**

De acuerdo a lo descrito en el punto 3.2.1, la harina resultante de la molienda seca (MS) se suspendió en agua, se mantuvo en reposo por 20 minutos para permitir la hidratación de las partículas y se dispersó finalmente en el molino coloidal. Al respecto se prepararon suspensiones con aproximadamente 5, 6 y 7% de sólidos totales, graduando la proporción de agua agregada.

La mezcla obtenida es homogeneizada y posteriormente filtrada por un tamiz de 140  $\mu\text{m}$  para eliminar una pequeña fracción de material fibroso e insoluble. En algunos casos no se realizó tratamiento térmico posterior a la filtración, dando lugar a una suspensión base (MS-STT, molienda seca sin tratamiento térmico) que se tomó como referencia o testigo para evaluar el efecto del tratamiento térmico.

En los ensayos restantes se aplicó el tratamiento térmico (80 °C durante 30 min.) para dispersar más completamente la fracción proteica y gelatinizar el almidón, resultando una

segunda suspensión base denominada MS-CTT (molienda seca con tratamiento térmico).

Debido a la marcada inestabilidad de las suspensiones se realizaron experiencias con incorporación de hidrocoloides estabilizantes inmediatamente antes del tratamiento térmico, obteniéndose las suspensiones MS-Carr., MS-GG y MS-GX.

#### **4.2.2. Obtención de las suspensiones base por molienda húmeda**

En el proceso de molienda húmeda (MH), a las semillas hidratadas se le agregó la proporción adecuada de agua fresca para lograr una suspensión al 5% de sólidos totales, desintegrándose y formándose la mezcla inicial por molienda coloidal.

La misma también fue homogeneizada y filtrada en las condiciones establecidas. De manera similar al otro proceso, en algunos ensayos no se aplicó el tratamiento térmico dando lugar a las suspensiones denominadas MH-STT (molienda húmeda sin tratamiento térmico) que se toman como muestras de referencia.

Cuando se realizó el tratamiento térmico se obtuvieron las suspensiones MH-CTT (molienda húmeda con tratamiento térmico).

De la estabilización de las suspensiones mediante el agregado de hidrocoloides surgen las muestras MH-Carr., MH-GG y MH-GX.

#### **4.2.3. Concentración de sólidos y rendimiento de extracción de los procesos de MS y MH**

Los análisis de sólidos totales y rendimientos de extracción se muestran en la Tabla 11. Puede apreciarse que en la suspensión base obtenida por MS los rendimientos de extracción están en relación inversa con la concentración de sólidos. Por otra parte, el rendimiento de la MH es inferior al de MS al 5% de sólidos.

**Tabla N° 8.** Análisis de sólidos totales y rendimiento de extracción (promedio de dos corridas)

Método	Sólidos iniciales	Sólido Totales en la suspensión	Rendimientos de extracción*
MS	5,0 %	4,9 %	98,4 %
	6,0 %	5,5 %	91,4 %
	7,0 %	6,3 %	90,5 %
MH	5,0 %	4,8 %	95,3 %

\* Definido como: Sól. Tot. en la suspensión/ Sól. inic x 100

### 4.3. Reología de las suspensiones

Los ensayos reológicos realizados a las muestras derivadas de los diferentes tratamientos, concentraciones e incorporación de hidrocoloides se presentan en las Figuras 6 a 13. En general todas ellas mostraron un comportamiento pseudoplástico, disminuyendo la viscosidad aparente ( $\eta_{ap}$ ) con el aumento de la velocidad de deformación (Steffe, 1996). Este comportamiento indicaría que las partículas de las suspensiones se orientan, se deforman o se desintegran agregados de ellas.

Las Tablas 12 y 13 muestran los parámetros resultantes del ajuste con el modelo de acuerdo a la Ley de potencia de Ostwald.

En las figuras y tablas mencionadas se agregaron la curva y los parámetros correspondientes a la “leche de soja” comercial Soale, que se tomó como referencia por ser una bebida similar aceptada y consumida por un sector de la población.

#### 4.3.1. Reología de las suspensiones obtenidas por molienda seca

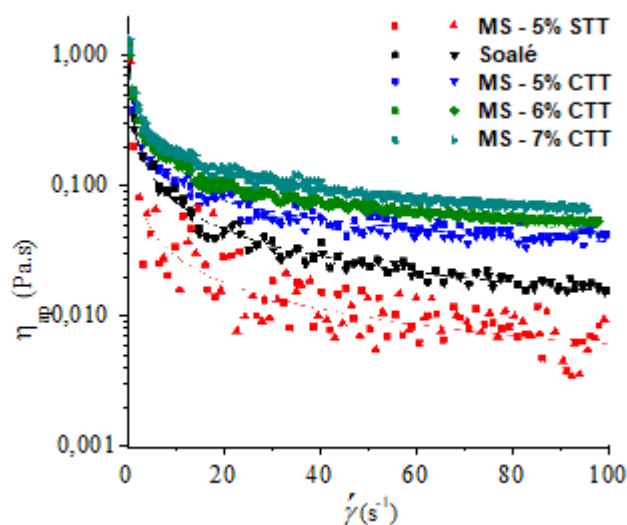
En la Figura 6 se comparan las muestras derivadas de MS, con y sin tratamiento térmico, para las tres concentraciones de sólidos ya mencionadas. Puede observarse que la muestra obtenida como MS-5% CTT respecto a la MS-5% STT, presentó un notable aumento de  $\eta_{ap}$ , que se debería a la gelatinización del almidón como se determinó en los ensayos amilográficos. Corresponde aclarar que la dispersión de puntos experimentales

observada para MS-5% STT está relacionada a la muy baja viscosidad de la muestra.

También se destaca el ordenamiento de las curvas correspondientes a las tres concentraciones (5, 6 y 7% CTT), con escasa diferencia entre si.

La curva reológica de la bebida Soalé, se ubicó en un nivel intermedio, marcadamente superior a la MS-5% STT e inferior a las tres curvas MS-CTT.

En este punto, en base a los resultados expuestos en los párrafos anteriores, se seleccionó el ensayo MS-5% CTT y se descartó la experiencia sin tratamiento térmico y las MS-6% CTT y MS-7% CTT para las evaluaciones reológicas con incorporación de hidrodoloides estabilizantes.



**Figura N° 8.** Comportamiento reológico de la MS, comparación de las suspensiones a distintos sólidos iniciales, con y sin tratamiento térmico y de la bebida de soja Soalé.

Como se describe posteriormente, la escasa estabilidad de las suspensiones llevó a la adición de estabilizantes como Carragenina, Goma Garrofín y Goma Xántica. Las determinaciones reológicas se realizaron con suspensiones base MS-5% CTT, con 0,02 y 0,05% de los hidrocoloides mencionados. Como es lógico, en todos los casos se incrementó la  $\eta_{ap}$  de las suspensiones.

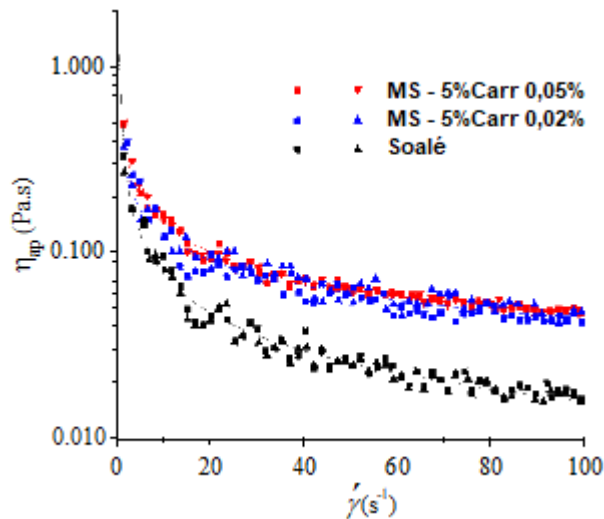
En la incorporación de Carragenina y Goma Garrofín (Figuras 7 y 8) se puede apreciar un notable aumento de la  $\eta_{ap}$  con respecto a la bebida Soalé, pero sin diferencias entre las concentraciones ensayadas en ambos casos.

En cambio, la Goma Xántica (Figura 9) determinó también un aumento de  $\eta_{ap}$  con respecto a la bebida de soja Soalé, con diferencia entre las concentraciones utilizadas.

Como se describe posteriormente, la escasa estabilidad de las suspensiones llevó a la adición de estabilizantes como Carragenina, Goma Garrofín y Goma Xántica. Las determinaciones reológicas se realizaron con suspensiones base MS-5% CTT, con 0,02 y 0,05% de los hidrocoloides mencionados. Como es lógico, en todos los casos se incrementó la  $\eta_{ap}$  de las suspensiones.

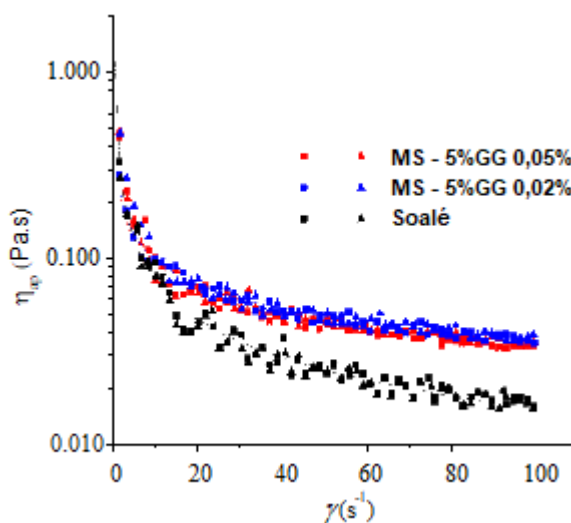
En la incorporación de Carragenina y Goma Garrofín (Figuras 7 y 8) se puede apreciar un notable aumento de la  $\eta_{ap}$  con respecto a la bebida Soalé, pero sin diferencias entre las concentraciones ensayadas en ambos casos.

En cambio, la Goma Xántica (Figura 9) determinó también un aumento de  $\eta_{ap}$  con respecto a la bebida de soja Soalé, con diferencia entre las concentraciones utilizadas.

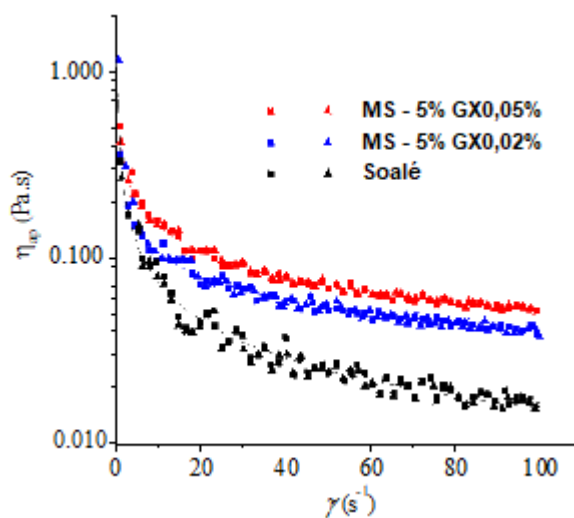


**Figura N° 9.** Comportamiento reológico de la MS-5% CTT, con agregado de

Carr. (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.



**Figura N° 10.** Comportamiento reológico de la MS-5% CTT, con agregado de GG (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.



**Figura N° 11.** Comportamiento reológico de la MS-5% CTT, con agregado de GX (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.

Los valores de índice de comportamiento de flujo ( $n$ ) de todas las muestras fueron marcadamente inferiores a 1, lo que confirma el comportamiento pseudoplástico de dichas suspensiones (Tabla 12). La muestra con mayor pseudoplasticidad (menor valor de  $n$ ) fue la MS-5% STT, que también presentó el menor coeficiente de correlación estadístico, dado

que se trabajó en la zona menor sensibilidad del equipo Reómetro Rheostress RS80.

En cuanto a las viscosidades aparentes, se tomó las correspondientes a la velocidad de deformación de  $50 \text{ s}^{-1}$ , que se considera como referencia de velocidad de deformación en la boca (Shama y Sherman, 1973). Al respecto, se puede apreciar que el valor de la muestra MS-5% CTT duplicó aproximadamente al determinado para la bebida Seolé, aumentando aún más con 6 y 7% de sólidos. También se verificaron distintos grados de incremento de  $\eta_{ap}$  con la incorporación de los hidrocoloides mencionados.



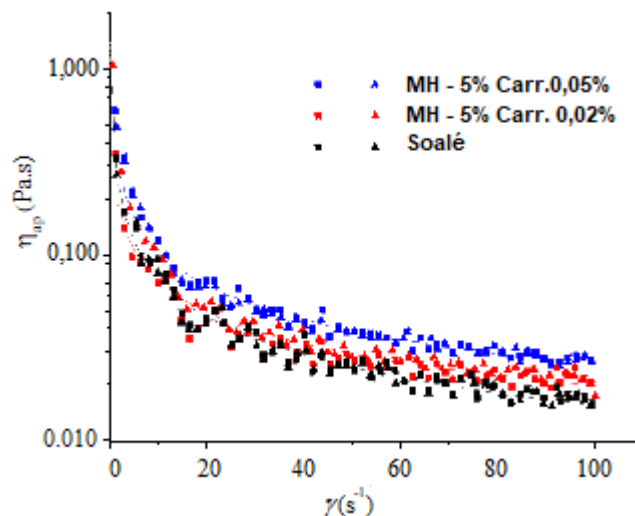
**Tabla N° 9.**  $\eta_{ap}$  a  $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$  para los ensayos de MS.

Muestras	$\eta_{ap}$ a $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$	n	k	R <sup>2</sup>
Soalé	0,025	0,347	0,322	0,949
MS-5% STT	0,010	0,305	0,149	0,665
MS-5% CTT	0,051	0,565	0,279	0,919
MS-6% CTT	0,066	0,487	0,491	0,985
MS-7% CTT	0,088	0,560	0,494	0,989
MS-5% Carr. 0,02%	0,060	0,487	0,491	0,978
MS-5% Carr. 0,05%	0,062	0,560	0,494	0,986
MS-5% GG 0,02%	0,059	0,549	0,345	0,940
MS-5% GG 0,05%	0,064	0,516	0,425	0,976
MS-5% GX 0,02%	0,053	0,569	0,263	0,987
MS-5% GX 0,05%	0,070	0,563	0,248	0,971

#### 4.3.2. Reología de las suspensiones obtenidas por molienda húmeda

En la Figura 10 se puede observar el comportamiento reológico de las muestras elaboradas por molienda húmeda, al 5 % de sólidos, con y sin tratamiento térmico, en comparación con la bebida Soalé. Las distintas curvas presentaron diferencias menos marcadas que en el caso de la MS. El ensayo MH-5% STT nuevamente fue el de menor  $\eta_{ap}$ , destacándose una menor diferencia por el tratamiento térmico al comparar con el MH-5% CTT. Este último presentó además un comportamiento reológico muy similar a la bebida de referencia.

En este punto, en base a los resultados expuestos en los párrafos anteriores, se seleccionó el ensayo MH-5% CTT y se descartó la experiencia sin tratamiento térmico para las evaluaciones reológicas con incorporación de hidrodoloides estabilizantes.

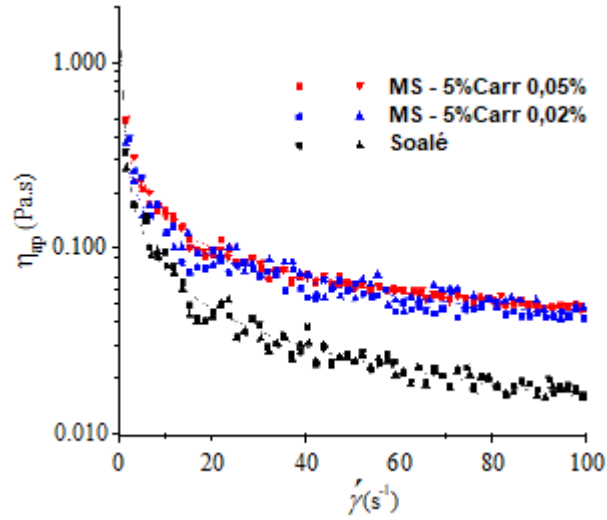


**Figura N° 12.** Comportamiento reológico de la MH con y STT, y de la bebida de soja Soalé.

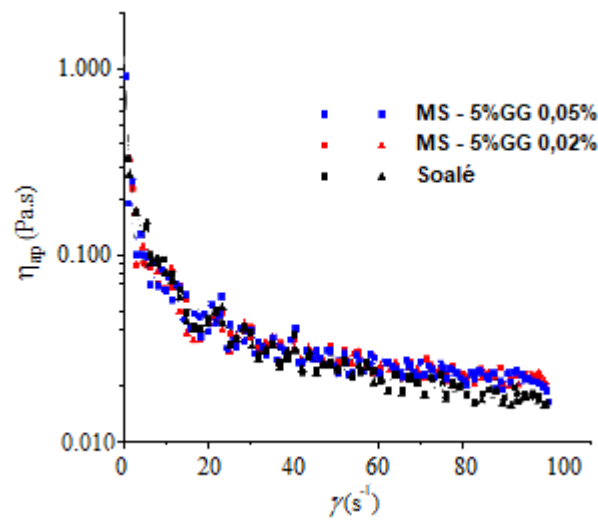
En la adición de los estabilizantes mencionados en el punto 4.3.1, las determinaciones reológicas se realizaron con suspensiones base MH-5% CTT, con 0,02 y 0,05% de estos hidrocoloides. El incremento de  $\eta_{ap}$  con estos agregados fue menos acentuado que en las muestras de molienda seca y no se verificó en todos los casos.

En la incorporación de Carragenina y Goma Xántica (Figuras 11 y 13) se puede apreciar un aumento de la  $\eta_{ap}$  con respecto a la bebida Soalé y también diferencias entre las concentraciones ensayadas en ambos casos.

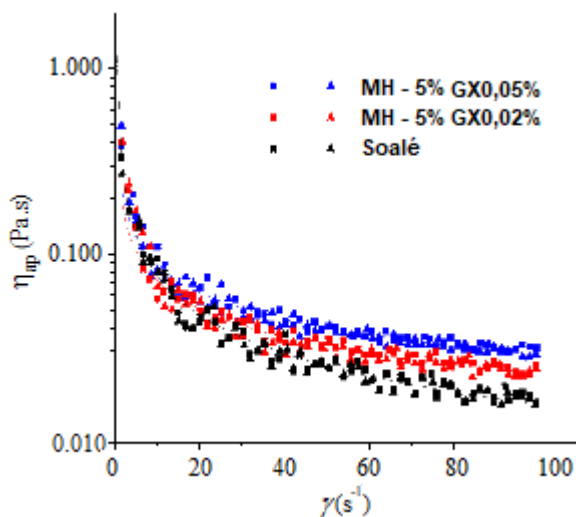
En cambio, las curvas correspondientes a 0,02 y 0,05% de Goma Garrofín (Figura 12) son prácticamente coincidentes con el testigo MH-5% CTT y con la bebida de referencia Soalé.



**Figura N° 13.** Comportamiento reológico de la MH-5% CTT, con agregado Carr. (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.



**Figura N°14:** Comportamiento reológico de la MH-5% CTT, con agregado de GG (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.



**Figura N° 15.** Comportamiento reológico de la MH-5% CTT, con agregado de GX (0,02 y 0,05 %) y de la bebida de soja Soalé.

En las muestras derivadas de la MH también se verificó que los valores de índice de comportamiento de flujo ( $n$ ) fueron marcadamente inferiores a 1 (Tabla 13). En general, dichos valores resultaron algo menores a los correspondientes a molienda seca.

En cuanto a las  $\eta_{ap}$  a la velocidad de deformación de  $50 \text{ s}^{-1}$  (Shama y Sherman, 1973), el valor de la muestra MH-5% CTT fue aproximadamente igual al determinado para la bebida Soalé. También se verificaron distintos grados de incremento de  $\eta_{ap}$  con la incorporación de los hidrocoloides mencionados, pero en todos los casos resultaron inferiores a los obtenidos por molienda seca.

**Tabla N° 10.**  $\eta_{ap}$  a  $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$  para los ensayos de molienda húmeda.

Muestras	$\eta_{ap}^a$ $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$	n	k	R <sup>2</sup>
Soalé	0,025	0,347	0,322	0,948
MH-5% STT	0,018	0,331	0,245	0,921
MH-5% CTT	0,026	0,404	0,270	0,954
MH-5% Carr. 0,02%	0,030	0,437	0,273	0,959
MH-5% Carr. 0,05%	0,039	0,382	0,441	0,971
MH-5% GG 0,02%	0,028	0,487	0,210	0,973
MH-5% GG 0,05%	0,028	0,499	0,201	0,935
MH-5% GX 0,02%	0,032	0,506	0,222	0,953
MH-5% GX 0,05%	0,040	0,527	0,255	0,983

#### 4.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SUSPENSIONES

El comportamiento de las distintas suspensiones en cuanto a estabilidad a la sedimentación/clarificación se muestra en las Figuras 14 a 29. En las mismas, a la izquierda figuran las gráficas finales del equipo al cabo del tiempo de análisis (15 días), en el medio aparecen las curvas de sedimentación/clarificación y a la derecha se muestran las fotografías al final del período de 15 días.

Se analizó principalmente la aparición de un frente de clarificación en la parte superior del tubo y su variación con el tiempo, lo que permitió determinar la velocidad de sedimentación/clarificación ( $V_s/c$ ) y el tiempo de retardo ( $Tr$ ) como se ha descrito en punto 3.3.1.12. Los valores correspondientes de estos parámetros se resumen en la tabla 14. El comportamiento para las diferentes suspensiones fue muy diverso, pero permitió observar los cambios asociados a la búsqueda de las características deseadas.

##### 4.4.1. Estabilidad de las suspensiones obtenidas por molienda seca

La desestabilización de la suspensión MS-5% STT fue muy rápida, destacándose una  $V_s/c$  muy alta y un  $Tr$  muy pequeño en comparación con los restantes valores (Figura 14, Tabla 14). La muestra con tratamiento térmico presentó mayor estabilidad que la anterior

(Figura 15).

Respecto al agregado de los hidrocoloides, en el ensayo con Carr. al 0,02% la muestra fue aparentemente estable al ser analizada por transmitancia, pero en realidad se formó una fase superior poco traslúcida que se alcanza a ver en la fotografía correspondiente (Figura 16). Sin embargo, el análisis por back scattering mostró la desestabilización de la suspensión. Cuando la concentración de Carr. fue de 0,05% la suspensión fue estable durante el periodo de análisis (Figura 17, Tabla 14). En los casos de agregado de GG y GX los tiempos  $T_r$  aumentaron a varios días y las  $V_s/c$  mostraron valores muy variables (Figura 18 a 21, Tabla 14).

#### **4.4.2. Estabilidad de las suspensiones obtenidas por molienda húmeda**

De manera similar al caso anterior, la muestra sin tratamiento térmico fue una de las más inestables. Sin embargo, los ensayos MH-5% STT y MH-5% CTT presentaron mayor estabilidad que las correspondientes muestras obtenidas por molienda seca (Figuras 22 y 23, Tabla 14).

La adición de Carr. al 0,02% favoreció la sedimentación con respecto a MH-5% CTT, disminuyendo marcadamente el tiempo de retardo ( $T_r$ ) y aumentando algo la velocidad de la misma ( $V_s/c$ ) (Figura 24 y Tabla 14). En cambio, la adición de 0,05% tuvo una respuesta semejante a dicho testigo (muestra sin hidrocoloide) (Figura 25 y Tabla 14).

La GG al 0,02% presentó valores levemente inferiores al testigo MH-5% CTT, pero para el 0,05% de incorporación mejoró la estabilidad, destacándose fundamentalmente una menor  $V_s/c$  (Figura 26 y 27, Tabla 14).

La GX presentó las mejores características estabilizantes con un importante aumento de la  $T_r$  y disminución de  $V_s/c$  en las dos concentraciones ensayadas (Figuras 28 y 29,

Tabla 14). En particular, la determinación instrumental de la estabilidad en la muestra con 0,05% de GX, mostró un frente de sedimentación recién a los 10 días, que todavía no se apreciaba visualmente a los 15 días. Teniendo en cuenta este último resultado se preseleccionó la experiencia MH-5% CTT-0,05% GX como la base más apta desde el punto de vista de la estabilidad de la suspensión.

## Capítulo V

# DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 DISCUSIÓN

### 5.1.4 Análisis sensorial

#### 5.1.1.1 Análisis sensoriales primarios

Se evaluaron las características texturales, de gusto, aroma y color de las bebidas testigo (MS-5% CTT y MH-5% CTT) y los resultados de la incorporación de los tres hidrocoloides estabilizantes, que se resumen en la Tabla 11.

La muestra MS-5% CTT resultó con poca viscosidad en relación a la bebida testigo Soalé y a la MH-5% CTT. La adición de hidrocoloides en sus dos concentraciones en general aumentó la viscosidad y el grado de aspereza detectado en la boca. El gusto de todas las muestras obtenidas por molienda seca fue definido como amargo astringente suave, detectado en la parte posterior de la lengua y en la garganta; en cambio, la “leche de soja” Ades recibió la calificación de dulce-astringente suave. Al respecto, el término “astringente” puede ser incorporado en la sensación gustativa (Meilgaard et al., 1991) o como una percepción bucal de la textura (Jowitt, 1974), habiéndose optado en este caso por la primera alternativa. Por otra parte, la sensación de aspereza en el paladar puede ser provocada por pequeñas partículas sólidas residuales que quedan retenidas en la boca cuando las fuerzas de adhesión a la mucosa y a los dientes superan a las de atracción mutua (Rosenthal, 2001). Todas estas muestras



presentaron un aroma vegetal suave, sin diferencias apreciables entre ellas, el cual tiene similitud con el aroma característico de la “leche de soja”. El color fue apreciado como pardo suave con tonalidad grisácea, en todas las suspensiones ensayadas.

Respecto a la muestra MH-5% CTT, fue definida como un líquido semiviscoso, poco cremoso, con leve sensación de aspereza en la boca, características semejantes a las de la bebida de referencia. La adición de Carr. y GG no mostraron diferencias apreciables con la suspensión base y entre sí, pero las correspondientes a GX (al 0,02 y 0,05%) fueron calificadas como más cremosas y con mayor aspereza. Nuevamente el gusto de estas muestras fue calificado como amargo astringente, incrementado por la adición de Carr. y GX. El aroma fue evaluado como “vegetal suave” de manera similar a las muestras obtenidas por molienda seca. El color varió entre pardo suave grisáceo y pardo suave marrón según las muestras.

En función de estos resultados y los correspondientes a reología ( $\eta_{ap}$  a  $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$ ) y estabilidad se prosiguió el trabajo con la muestra MH-5% GX 0,05 como base de la formulación.

**Tabla N° 11.** Comparación de las características sensoriales primarias de las suspensiones obtenidas por MS-5% con el agregado de los hidrocoloides con respecto a la bebida comercial Soalé.

<b>Muestra</b>	<b>Soalé</b>	<b>MS-5% CTT</b>	<b>Carr. 0,02%</b>	<b>Carr. 0,05%</b>	<b>GG 0,02%</b>	<b>GG 0,05%</b>	<b>GX 0,02%</b>	<b>GX 0,05%</b>
<b>Textura</b>	Líquido semiviscoso - poca aspereza	Líquido - poco cremoso - poca aspereza	Líquido - cremoso - mayor aspereza	Viscoso - cremoso - mayor aspereza	Viscoso - poco cremoso - aspereza	Líquido - cremoso - mayor aspereza	Líquido - cremoso - aspereza	Viscoso - cremoso - poca aspereza
<b>Gusto</b>	Dulce - Astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave
<b>Aroma</b>	Vainillada	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave
<b>Color</b>	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)

**Tabla N° 12.** Comparación de las características sensoriales primarias de las suspensiones obtenidas por MH-5% con el agregado de los hidrocoloides con respecto a la bebida comercial Soalé.

<b>Muestra</b>	<b>Soalé</b>	<b>MH-5% CTT</b>	<b>Carr. 0,02%</b>	<b>Carr. 0,05%</b>	<b>GG 0,02%</b>	<b>GG 0,05%</b>	<b>GX 0,02%</b>	<b>GX 0,05%</b>
<b>Textura</b>	Líquido semiviscoso - poca aspereza	Líquido semiviscoso - poco cremoso - poca aspereza	Líquido semiviscoso - poco cremoso - poca aspereza	Líquido semiviscoso - poco cremoso - poca aspereza	Líquido semiviscoso - poco cremoso - poca aspereza	Líquido semiviscoso - poco cremoso - poca aspereza	Líquido semiviscoso - cremoso - aspereza	Líquido semiviscoso - cremoso - aspereza
<b>Gusto</b>	Dulce - Astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente	Amargo astringente	Amargo astringente suave	Amargo astringente suave	Amargo astringente	Amargo astringente
<b>Aroma</b>	Vainillada	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave	Vegetal muy suave
<b>Color</b>	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)	Pardo suave (marrón)	Pardo suave (grisáceo)

## **5.1.5 Ensayos de formulación**

### **5.1.5.1 Adición de Stevia**

A fin de disminuir y/o enmascarar el gusto amargo astringente detectado, se ensayaron agregados de 1, 2 y 4% p/p de stevia a la suspensión de máxima estabilidad ya mencionada. Se seleccionó como óptima la incorporación del 2%, por la reducción del gusto amargo, aunque se percibió poca influencia sobre la astringencia. La adición del 4% resultó en una bebida muy dulce. Como efecto colateral se destacó el incremento de la consistencia a nivel bucal.

### **5.1.5.2 Selección de esencias aromatizantes/saborizantes**

Con el objetivo de aumentar la aceptabilidad de la bebida se realizaron pruebas con seis aromatizantes-saborizantes agregados a la base previamente semiformulada (con GX al 0,05% y 10% de azúcar).

El primer grupo ensayado correspondió a las esencias de Vainilla, Chocolate y Café. Las dos primeras fueron evaluadas aceptablemente, destacándose que la esencia de Vainilla al 0,2% acentuó el gusto dulce sin llegar a enmascarar totalmente el amargor característico, en tanto que la esencia de Chocolate se percibió como un gusto fuerte, con tonalidad de licor alcohólico y con una sensación residual metálica a la mayor concentración (0,2%). En cambio, la esencia Café potenció el gusto amargo característico de la bebida al pasar de 0,15 al 0,2%.

En una segunda fase se prepararon combinaciones de los saborizantes vainilla y chocolate en varias proporciones, seleccionándose una dosis de 0,2% de Vainilla y 0,15% de Chocolate, para el enmascaramiento del gusto amargo y de la sensación metálica.

Dentro de los aromatizantes saborizantes frutales, la esencia de Frutilla no disminuyó el gusto amargo de la bebida, llegando a percibirse una tonalidad de este sabor recién al 0,3% de adición.

Por el contrario, los saborizantes Naranja y Lima-Limón mejoraron la aceptabilidad de la bebida. La esencia de Naranja se evaluó como un gusto suave que enmascaró el amargo astringente característico y un aroma a aceites esenciales poco persistente. El saborizante Lima-Limón en la mayor concentración ensayada (0,3%) también enmascaró los gustos cuestionados, mejorando el gusto dulce y otorgando un sabor a lima residual.

Así, como consecuencia de este estudio preliminar se seleccionaron las siguientes esencias y dosis para una posterior evaluación masiva de aceptabilidad:

- Mezcla de 0,2% de Vainilla y 0,15% de Chocolate
- Esencia Naranja 0,2%
- Esencia Lima-limón 0,3%

#### **5.1.6 Análisis sensoriales de aceptabilidad**

Como última etapa se elaboró una partida específica para la evaluación de aceptabilidad, por molienda húmeda, al 5% de sólidos, con tratamiento térmico. Dicha partida fue dividida en tres lotes, uno por cada esencia aromatizante-saborizante seleccionada. A su vez, cada lote fue fraccionado para su distribución masiva y degustación. En total se llegó a 112 personas que completaron la encuesta citada en el punto 3.4.2, presentándose los resultados de la misma en la Tabla 13.

**Tabla N° 13.** Resultados del ensayo sensorial de aceptabilidad.

Sabor		Muestras					
		Chocolate – Vainilla		Lima – Limón		Naranja	
		Total	Ponderado	Total	Ponderado	Total	Ponderado
9	Me gusta muchísimo	2	18	3	27	5	45
8	Me gusta mucho	9	72	16	128	16	128
7	Me gusta moderadamente	28	196	23	161	28	196
6	Me gusta poco	26	156	24	144	29	174
5	Me resulta indiferente	6	30	8	40	7	40
4	Me disgusta poco	12	48	11	44	15	60
3	Me disgusta moderadamente	18	54	12	36	8	24
2	Me disgusta mucho	8	16	10	20	4	8
1	Me disgusta muchísimo	3	3	5	5	3	3
<b>Totales</b>		112	593	112	605	112	678

El análisis de dichos resultados se realizó de tres maneras:

#### 5.1.3.1 Cálculo del valor medio ponderado.

En esta metodología en primer lugar se multiplica la frecuencia de cada uno de los juicios por el correspondiente valor asignado (entre 1 y 9), calculándose posteriormente las respectivas medias ponderadas dividiendo la sumatoria de los valores resultantes por el total de juicios.

De tal manera, se llegó a los siguientes valores medios ponderados:

Chocolate – vainilla: 5,29

Lima – Limón: 5,40

Naranja: 6,05

En consecuencia, los sabores Chocolate-Vainilla y Lima-Limón resultaron dentro del rango de indiferencia, en tanto que al sabor naranja le correspondió el grado de “Me gusta poco”.

#### **5.1.3.4 Cálculo de frecuencia relativa.**

En esta segunda forma de evaluación se divide la frecuencia de juicios positivos de cada grado de gusto por el total de juicios, expresando el valor final como porcentaje.

Así, resultaron los siguientes valores medio porcentuales:

Chocolate-Vainilla: 58 % de juicios positivos

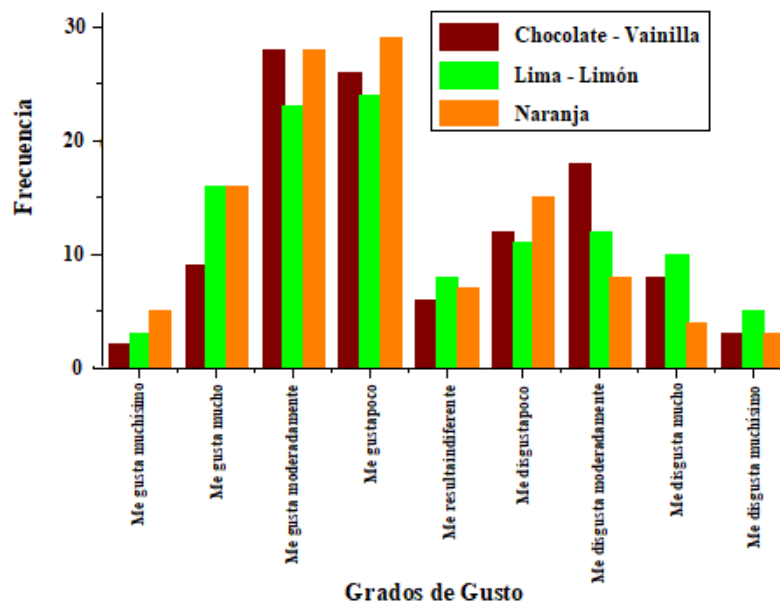
Lima- Limón: 58,9 % de juicios positivos

Naranja: 69,6 % de juicios positivos

Los porcentajes correspondientes a las tres esencias superaron el 50% de juicios positivos, llegando a aproximadamente 70% en el caso de la esencia Naranja.

#### **5.1.3.5 Gráfico de frecuencias absolutas**

En la Figura 30 se presentan las frecuencias absolutas correspondientes a las tres esencias ensayadas. Se puede destacar que la mayor cantidad de juicios correspondieron a los grados de gusto “me gusta moderadamente” y “me gusta poco”.



**Figura N° 15.** Gráfico de frecuencias absolutas correspondientes a cada grado de gusto.

Por otra parte, en la Tabla 18 se muestran algunos términos que los evaluadores utilizaron para definir el aroma, flavor y la textura del producto, indicando tanto los aspectos positivos como negativos que definieron la aceptabilidad o rechazo, respectivamente.



**Tabla N°14.** Expresiones utilizadas para describir aroma, flavor y textura del producto.

Chocolate + Vainilla	Lima – Limón	Naranja
<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sabor agradable</li> <li>▪ Buen aroma</li> <li>▪ Buena textura</li> <li>▪ Suave al paladar</li> <li>▪ Aroma y gusto suaves</li> <li>▪ Residual persistente y agradable</li> </ul>	<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sabor agradable</li> <li>▪ Buen aroma</li> <li>▪ Buena textura</li> <li>▪ Suave al paladar</li> <li>▪ Aroma y gusto suaves, refrescante</li> <li>▪ Residual persistente y agradable</li> <li>▪ Acidez propia del limón</li> </ul>	<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sabor agradable</li> <li>▪ Buen aroma</li> <li>▪ Aroma y gusto suaves</li> <li>▪ Buena textura</li> <li>▪ Suave al paladar</li> <li>▪ Residual persistente y agradable</li> <li>▪ Buena palatabilidad</li> </ul>
<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gusto a tierra</li> <li>▪ Sabor artificial</li> <li>▪ Gusto a jarabe, cereal</li> <li>▪ Sabor a hongo, humedad</li> <li>▪ Sabor amargo</li> <li>▪ Residual amargo, astringente, metálico, no agradable</li> <li>▪ Desabrido y poco dulce</li> <li>▪ Consistencia mala, aspecto aguado</li> </ul> <p>El color influye para que el aspecto general no se vea favorecido.</p>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sabor artificial</li> <li>▪ Gusto a tierra</li> <li>▪ Sabor a hongo, hierba, medicamento</li> <li>▪ Aroma a detergente/desinfectante</li> <li>▪ Residual amargo / astringente</li> <li>▪ Desabrido y poco dulce</li> <li>▪ Consistencia mala, jabonosa, aspecto aguado</li> </ul> <p>El color influye para que el aspecto general no se vea favorecido.</p>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sabor artificial</li> <li>▪ Gusto a tierra, hierbas</li> <li>▪ Sabor a hongo, jarabe, medicamento</li> <li>▪ Residual amargo, astringente, desagradable</li> <li>▪ Poco dulce y poco sabor cítrico</li> <li>▪ Consistencia mala, aspecto aguado</li> </ul> <p>El color influye para que el aspecto general no se vea favorecido.</p>

En los tres análisis de resultados sensoriales la esencia Naranja resultó con las mejores puntuaciones, indicando a la misma como la más favorable para disminuir y/o enmascarar el sabor amargo-astringente característico de esta bebida.

## 5.2 CONCLUSIONES

En el presente trabajo se estudió las condiciones de procesamiento y formulación para lograr una bebida en base a semillas de kiwicha, con características sensoriales de aceptabilidad. Para ello se determinaron las condiciones óptimas de las etapas del proceso de elaboración, a fin de lograr un producto de calidad nutricional y buena aceptación, como contribución a la presente revolución dietaria y al interés en los Alimentos Funcionales.

- Los métodos de obtención ensayados en base a Molienda Seca y Molienda Húmeda presentaron rendimientos elevados, con leve diferencia a favor de la molienda seca. Sin embargo, la molienda húmeda produjo suspensiones con viscosidad similar a la bebida de soja Soalé. El tratamiento térmico de las muestras resultó favorable en ambos casos, ya que aumenta la dispersabilidad proteica, gelatiniza el almidón y aumenta la estabilidad.
- Ninguno de los procesos aplicados aseguró la estabilidad de las suspensiones y, por lo tanto, se hizo necesaria la adición de estabilizantes, para mejorar esta característica. En los ensayos reológicos de la bebida testigo y con adición de hidrocoloides se determinó un claro comportamiento pseudoplástico con distintos grados de intensidad. El análisis instrumental de estabilidad de las suspensiones demostró que la GX al 0,05%, presentó el mayor tiempo de retardo (10 días) y la menor velocidad de sedimentación.

- En función de los resultados de las determinaciones reológicas y de estabilidad de las suspensiones se seleccionaron las siguientes condiciones de proceso: molienda húmeda, al 5% de sólidos totales, con tratamiento térmico y con incorporación de 0,05% de Goma Xántica.
- Por otra parte, al analizar la composición de la bebida a base de granos de kiwicha resultó ser una fuente de compuestos fenólicos con demostrada actividad antioxidante *in vitro*. La caracterización sensorial de la bebida testigo y de las muestras con hidrocoloides estabilizantes determinó que el principal factor limitante de aceptabilidad fue el gusto amargo astringente. Ello llevó a ensayar y evaluar diversas formulaciones, determinándose la conveniencia de incorporar un 2% de stevia, a seleccionar tres esencias (Vainilla- Chocolate, Naranja y Lima-Limón) y a fijar sus respectivas dosis. Como resultado de una evaluación sensorial masiva se determinó la esencia Naranja como la de mayor aceptabilidad.

### **5.3 RECOMENDACIONES**

1. Efectuar pruebas biológicas, con la finalidad de evaluar la calidad proteica de la bebida refrescante a base de kiwicha y stevia.
2. Realizar estudios para la obtención de productos similares utilizando otro tipo de harinas (granos andinos, leguminosas, semillas, etc.)
3. Realizar ensayos utilizando concentraciones de preservantes (antimohos) para prolongar el tiempo de vida útil del producto final.
4. Incentivar el consumo de harinas nativas y su utilización en la producción de alimentos con la finalidad de enriquecer y brindar un valor agregado a la materia prima a utilizar.
5. Es importante dejar atrás el método artesanal e industrializar el proceso ya que de esta

manera se obtendrá un incremento en la producción.

6. Se recomienda que para la elaboración de la bebida refrescante de kiwicha, el proceso de sedimentado se opere bajo el principio de lecho fluidizado que tiene la finalidad de mejorar dicho proceso, reduciendo el tiempo de sedimentación, con menor cantidad de desperdicios, así como las cualidades del grano de amaranto ya sedimentado, disminuyendo costos adicionales por la demora, optimizando espacios de trabajo y mano de obra.

## Capítulo VI

# FUENTES DE INFORMACIÓN

### 6.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

1. Apaolaza, U., & Oyarbide, A. (2005). La aportación de la "Cadena Crítica" frente a la gestión clásica de proyectos. *IX Congreso de Ingeniería de Organización*, (págs. 1-10). Gijón, España.
2. Barba de la Rosa A.P; Gueguen J.; Paredes-López O.; Viroben G. 1992. Fractionation procedures, eletrophoretic characterization, and amino acid composition of amaranth seed proteins. *J. Agric. Food Chem.* 40: 931-936.
3. Becerra R., 2000. El amaranto; nuevas tecnologías para un antiguo cultivo. *CONABIO. Biodiversitas* 30: 1-6.
4. Becker, R. 1989. Preparation, composition, and nutritional implications of amaranth seed oil. *Cereal Foods World.* 34:950-953.
5. Becker, R.; Wheeler, E.L.; Lorenz, K.; Stafford, A.E.; Grosjean, O.K.; Betschart, A.A. y Saunders, R.M. 1981. A compositional study of amaranth grain. *J. of Food Science*, 46; 1175-1180.
6. CAZORLA, Javier. [en línea]. España, Emagister, [fecha de consulta: 29 de Setiembre del 2012]. Disponible en: <http://www.emagister.com/cursosistema-gestion-calidad-iso-9001/que-es-sistema-gestion-calidad>.
7. Calzetta Resio A., Aguerre R. J. y Suarez C. 2006. Hydration kinetics of amaranth grain. *J. of Food Engineering*, 72, 247-253.

8. Castel V. 2010. Tesis de magister: Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto. FIQ, UNL.
9. Chatuverdi, A.; Saronjini, G.; Devi, N.L. 1993. Hypocholesterolemic effect of amaranth seeds (*Amaranthus esculatus*). *Plant Food Human Nutr.* 44: 63-70.
10. Choi, H.; Kim, W y Shin, M. 2004. Properties of korean amaranth starch compared to waxy millet and waxy sorghum starches. *Starch/Stärke* 56: 469-477.
11. Clegg, S. M. 1995. Thickeners, gels and gelling. In S. T. Beckett (Ed.), *physico-chemical aspects of food processing* (pp. 117-141). Glasgow, Scotland: Blackie Academia & Professional.
12. Coelho, K.D. 2006. Desenvolvimento e avaliação de aceitação de cereais matinais e barras de cereais á base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.). Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo.
13. CIANFRANI, Charles, TSIKAKALS, Joseph y WEST, John. (2009). *ISO 9001:2008 Comentada*. 1a. ed. España: Ediciones AENOR, 2009. 18p.
14. Comité Técnico ISO/TC 176. Traducción Oficial Norma Internacional ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad - Requisitos. 4a. ed. Suiza, 2008. IVp, 1p.
15. Comité Técnico ISO/TC 176. Traducción Oficial Norma Internacional ISO 9000 Sistema de Gestión de Calidad - Fundamentos y Vocabulario. 3a. ed. Suiza, 2005. VIp, 9p.
16. CROSBY, Philip. (1979). *La Calidad No Cuesta. El Arte de Cerciorarse de la Calidad*. 1a. ed. México: Compañía Editorial Continental. 22p. 7. DEMING, W.E.: (1989).

Calidad, productividad y competitividad, Madrid (primera versión en inglés de 1982):  
Díaz de Santos.

17. Bradbury-Jacob, D., & McClelland Jr., W. (2001). *Theory of Constrains Project Management*. AGI Goldratt Institute. New Haven, Connecticut: The Goldratt Institute.
18. Comisión de Reglamentos Técnico y Comerciales - INDECOPI. (2005). Sistema de Gestión de la Calidad. En INDECOPI, *Norma Técnica Peruana NTP-ISO 10006:2005* (págs. 1-58). Lima: INDECOPI.
19. Glenn Ballard, H. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. University of Birmingham, Faculty of Engineering. Birmingham: University of Birmingham.
20. Lledó, P., Rivarola, G., Mercau, R., Cucchi, D. H., & Esquembre, J. F. (2006).
21. Marcone, M.F. 1999. Evidence confirming the existence of a 7S globulin-like storage protein in *Amaranthus hypochondriacus* seed. *Food Chem.* 65:533-542.
22. Marcone, M.F. 2001. Starch properties of *Amaranthus pumilus* (seabeach amaranth): a threatened plant species with potential benefits for the breeding/amelioration of present *Amaranthus* cultivars. *Food Chemistry* 73: 61-66.
23. Martirosyan, D.M.; Miroshnichenko, L.A.; Kulakova, S.N. 2007. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension. *Lipids Research and Disease.* 6:1-12.
24. Masoni, A. y Ercoli, L. 1994. Influencia de la época de cosecha sobre el rendimiento de concentrado de proteína foliar de amaranto. *El amaranto y su potencial* 1-2: 17-23.

25. *Administración Lean de Proyectos*. Mexico: Pearson Educación.

## 6.2 REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Alcocer Allaica, J. (2010). Retrieved Junio 08, 2014, from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bistream/123456789/950/1/85T00168%20pdf>.
2. Alejo Ramirez, D. (n.d.) *Portal de la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*. Retrieved Junio 08, 014, from <http://es.scribd.com/doc/200873200/Alejo-Ramirez-Dennis-Gestion-Seguridad-Carreteras>.
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/OHSAS>
4. <http://prevencionseguridadysaludlaboral.blogspot.com/2010/11/ohsas-18000-gestion-de-salud-y.html>
5. [http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/50\\_ohsas\\_18000.html](http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/50_ohsas_18000.html)
6. <http://upcommons.upc.edu/pfd>.



## **JURADO EVALUADOR**

Dr. Ruiz Sánchez, Berardo Beder  
**PRESIDENTE**

M(o). Gálvez Torres, Edwin Guillermo  
**SECRETARIO**

M(o). Ramos Pacheco, Ronald Luis  
**VOCAL**

Dr. Legua Cárdenas, José Antonio  
**ASESOR**