



Universidad de Concepción
Facultad de Ingeniería Agrícola - Departamento de Agroindustrias



DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES REOLÓGICAS Y QUÍMICAS EN MASA HORNEADA DE QUINUA ROJA INIA (*Chenopodium quinoa Willd*).

Héctor Andrés Rosales Vásquez¹; Leslie Violeta Vidal Jiménez; María
Cristina Loyola Cruz; Pedro Santiago Melín Marín.



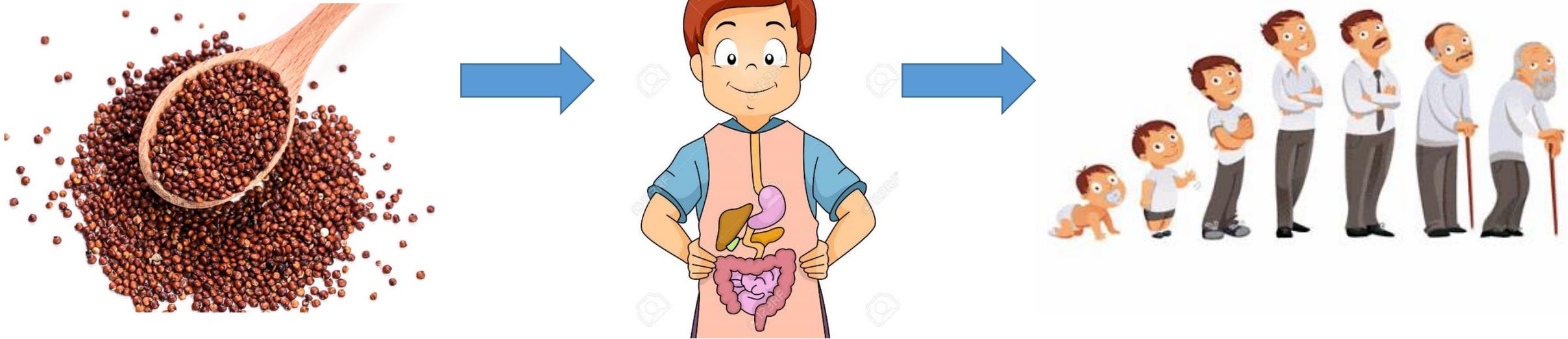
RESUMEN

La quínoa es un pseudocereal considerado un súper alimento, que posibilita el desarrollo y crecimiento, fácil de digerir, no contiene colesterol, forma parte de una dieta completa y balanceada, posee proteínas de alto valor biológico debido a los aminoácidos esenciales, grano ancestral para ser utilizado en panificación dada las características nutricionales, altamente recomendadas para consumo humano. El objetivo de esta investigación fue estudiar el comportamiento de una masa horneada de quínoa roja variedad INIA elaborada a partir de diferentes fracciones y su incidencia en la calidad del producto final.

La investigación se basó en 3 etapas.

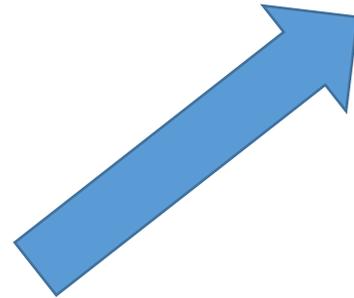
- Caracterización fisicoquímica del grano.
- Diseño de masa panificable horneada
- Evaluación de parámetros fisicoquímicos de esta.

1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

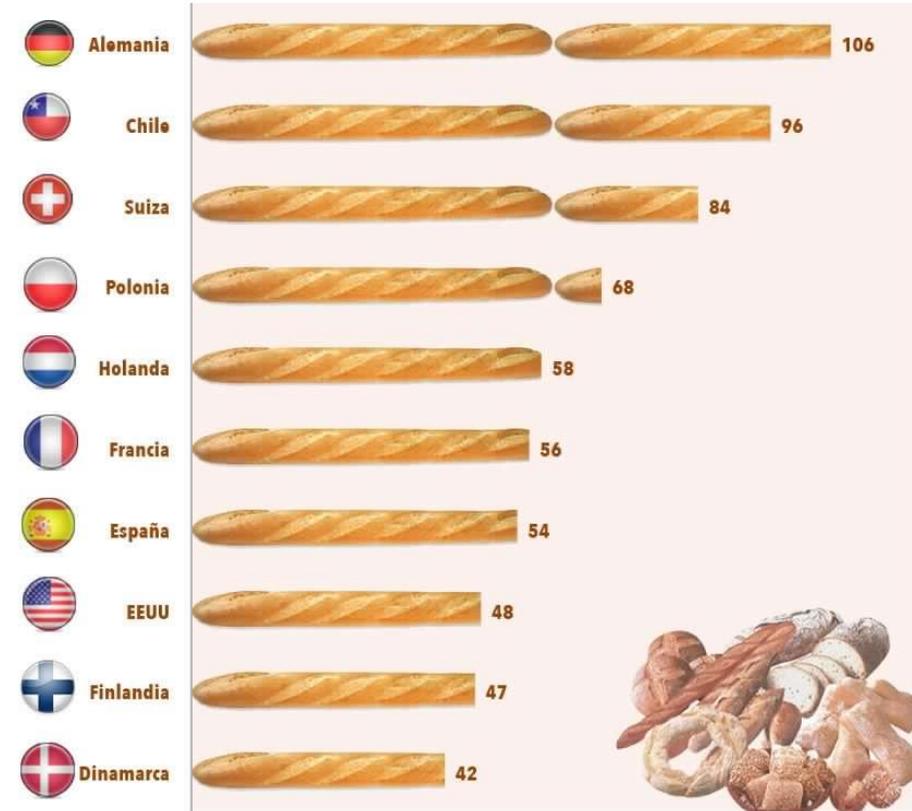


La quínoa es un alimento natural que contribuye al desarrollo y crecimiento del organismo, de fácil digestión, no contiene colesterol, forma parte de una dieta completa y balanceada dado a las proteínas de alto valor biológico, debido a sus aminoácidos esenciales y se presume que ayuda a prevenir enfermedades como la osteoporosis, cáncer de mama, entre otros (Zamudio, 2003).

1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



Ranking de países con mayor consumo de pan
(kg. per cápita/año)



En Chile, el consumo anual de pan per cápita ha crecido en los últimos cuatro años. Mientras que en 2010 cada chileno consumía 86 kg de pan al año, en 2014 el consumo aumentó un 10%, situándose en los 96 kg de pan al año (Tecnomercado, 2015).

1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Prevalencia de la enfermedad celiaca por sexo y edad (EU/ml) Chile 2009-2010						
EDAD	n	HOMBRES PROMEDIO	n	MUJERES PROMEDIO	n	AMBOS SEXOS PROMEDIO
15-24	314	0,3 (0,1-1,3)	408	0,5 (0,1-2)	722	0,424 (0,159-1,127)
25-44	637	0,2 (0,1-0,9)	979	1,3 (0,6-2,9)	1616	0,756 (0,368-1,545)
45-64	650	0,4 (0,1-1,2)	971	1 (0,4-2,1)	1621	0,68 (0,349-1,321)
65	358	1,0 (0,3-2,8)	580	2 (0,9-4,4)	938	1,577 (0,828-2,983)
TOTAL	1959	0,4 (0,2-0,7)	2938	1,1 (0,7-1,8)	4897	0,759 (0,522-1,104)

Figura 1: Prevalencia de la enfermedad celiaca por sexo y edad en Chile 2009 – 2010 (COACEL, 2018).

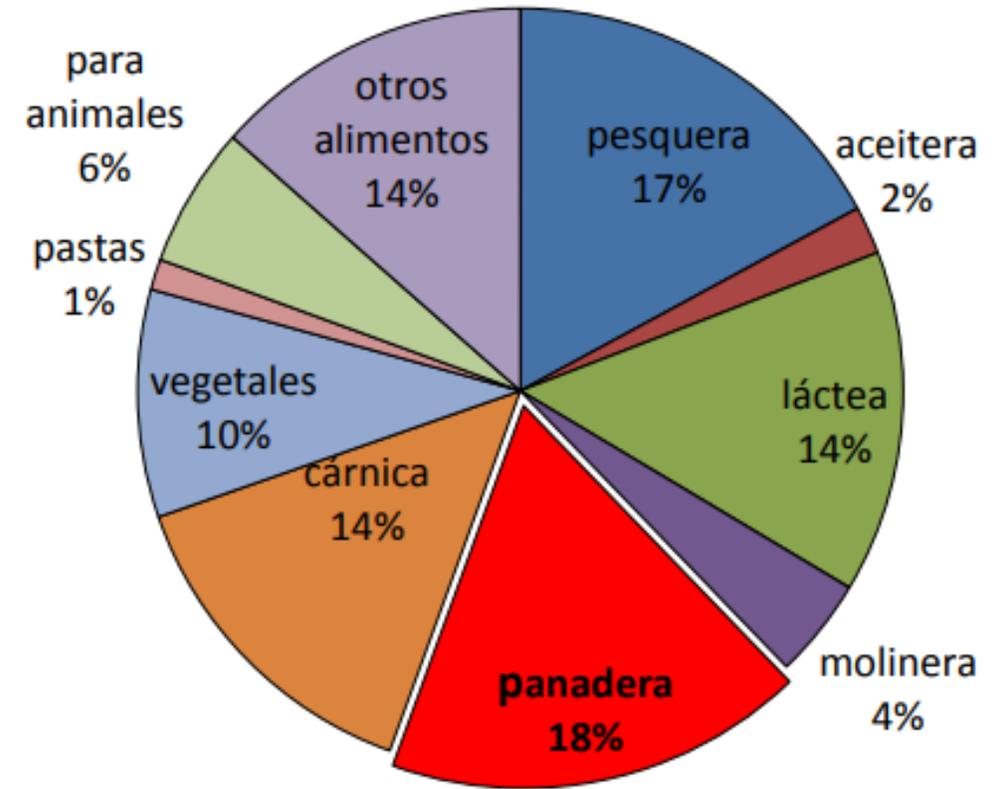
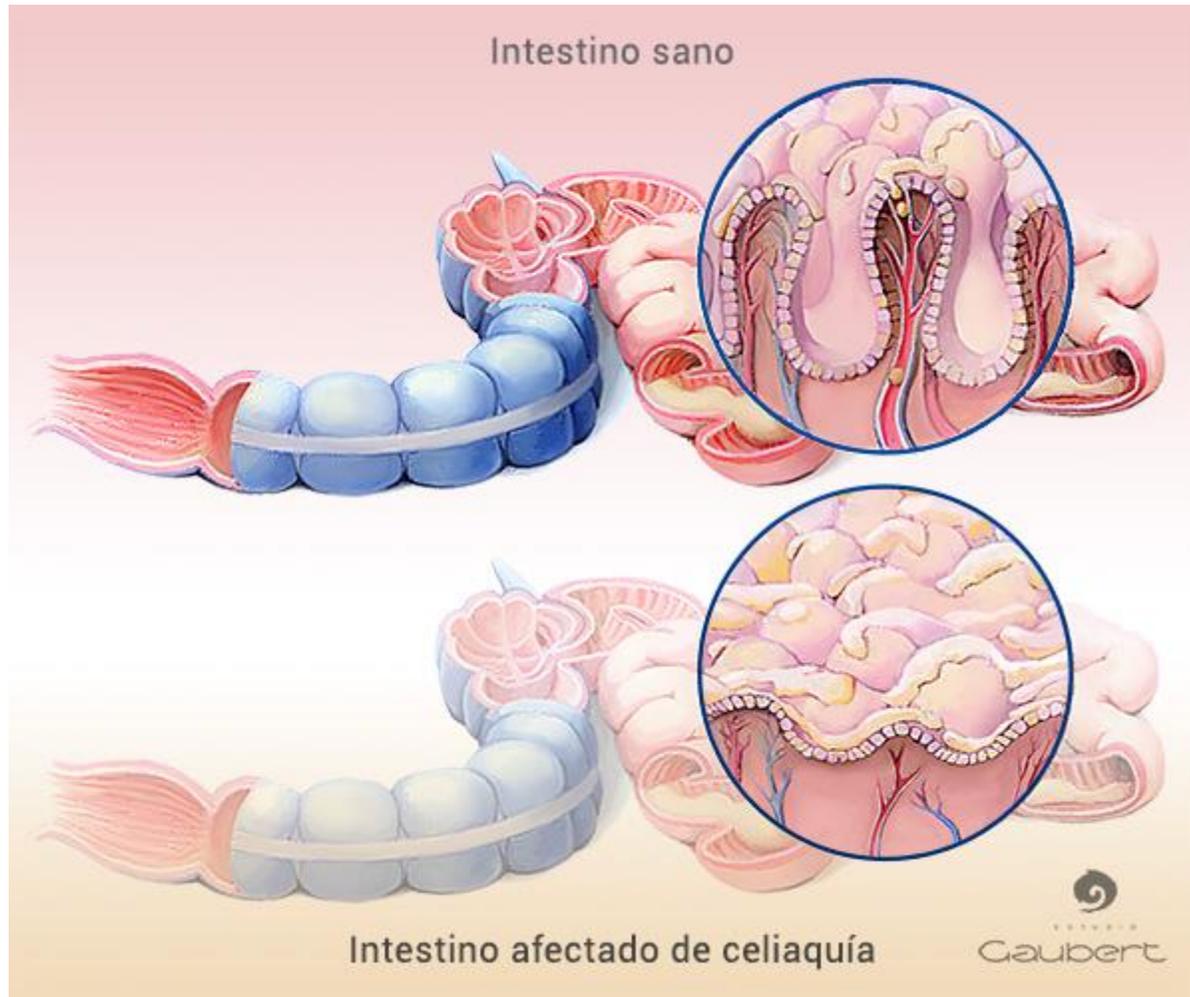


Figura 2: PIB de la industria elaboradora de alimentos 2011 (Banco Central, 2011).

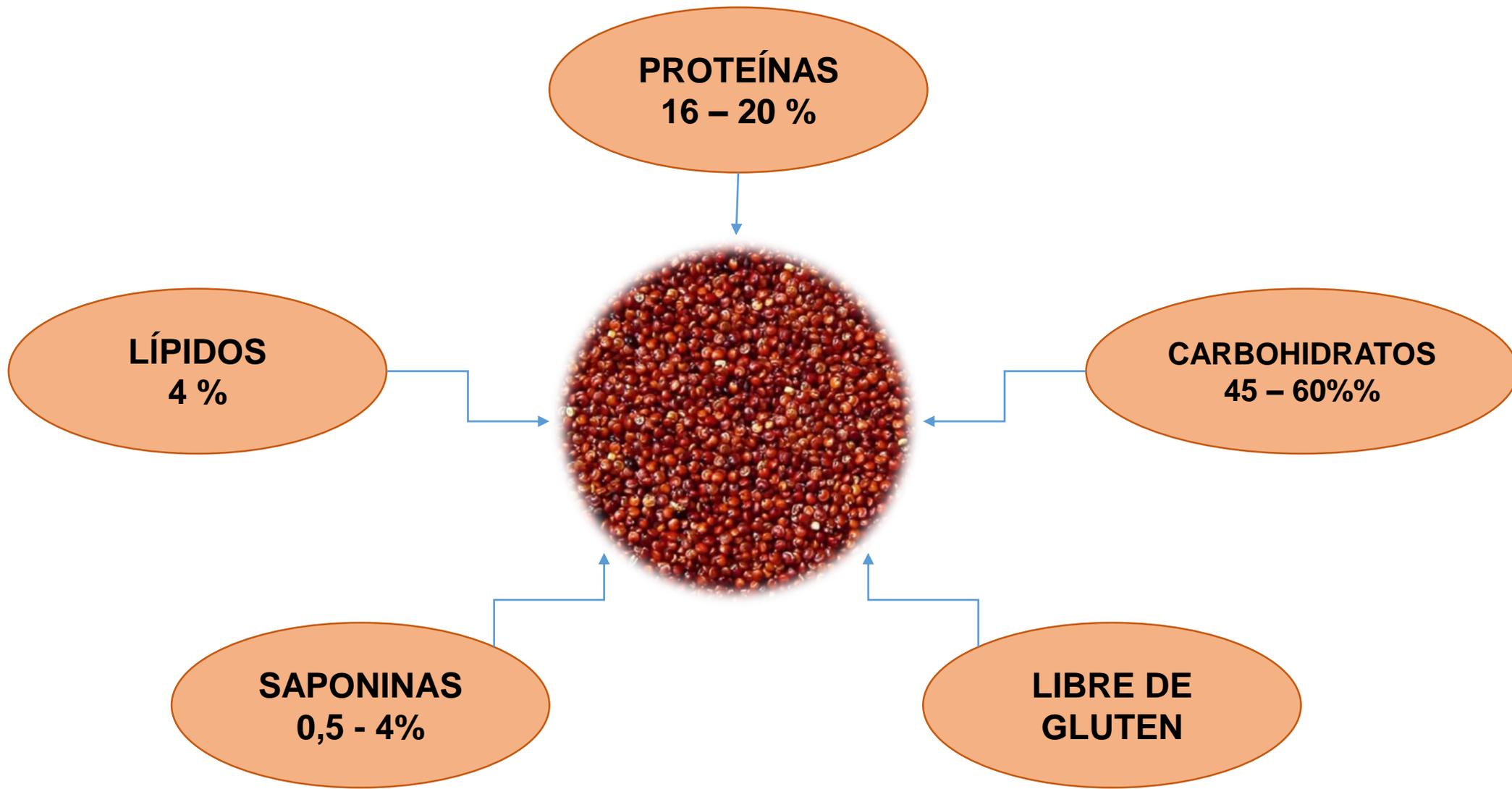
1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



“La Enfermedad Celiaca (EC) tiene una prevalencia cercana al 1% de la población general y se considera que hay un número importante de pacientes asintomáticos no diagnosticados” (Moscoso, 2015).

Figura 3. Comparación entre un intestino sano y uno celiaco (Moscoso, 2015).

2. MARCO TEÓRICO



2. MARCO TEÓRICO

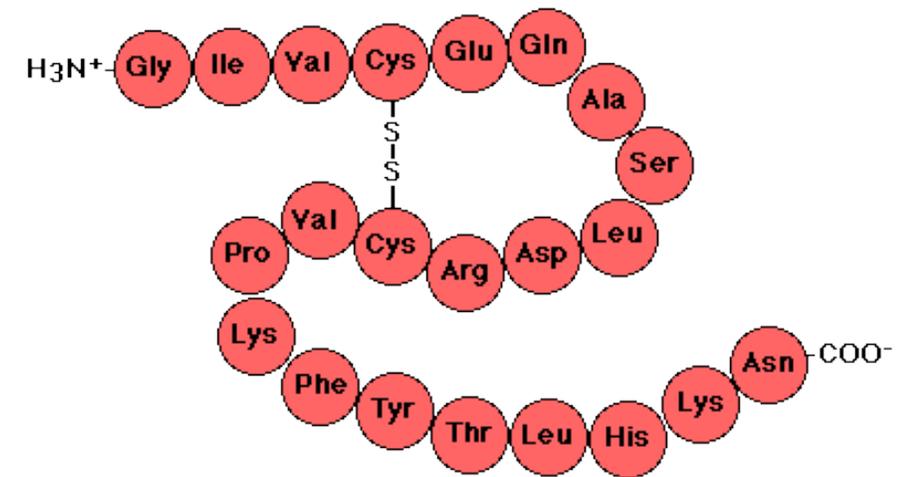
PROTEÍNAS

Los valores del contenido de aminoácidos en la proteína de los granos de quínoa cubren los requerimientos recomendados para niños en edad preescolar, escolar y adultos (FAO, 2011). No obstante, la importancia de las proteínas de la quínoa radica en la calidad siendo principalmente del tipo albúmina y globulina.

Cuadro 2: Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades comprendidas entre los 3 y los 10 años (g/100 g de proteína)

	FAO ^a	Quinua ^b	Maíz ^b	Arroz ^b	Trigo ^b
Isoleucina	3,0	4,9	4,0	4,1	4,2
Leucina	6,1	6,6	12,5	8,2	6,8
Lisina	4,8	6,0	2,9	3,8	2,6
Metionina ^c	2,3	5,3	4,0	3,6	3,7
Fenilalanina ^d	4,1	6,9	8,6	10,5	8,2
Treonina	2,5	3,7	3,8	3,8	2,8
Triptófano	0,66	0,9	0,7	1,1	1,2
Valina	4,0	4,5	5,0	6,1	4,4

Figura 4. Comparación aminoacídica de la quínoa y diferentes cereales en base al requerimiento establecido por la FAO en 2011.



2. MARCO TEÓRICO

CARBOHIDRATOS

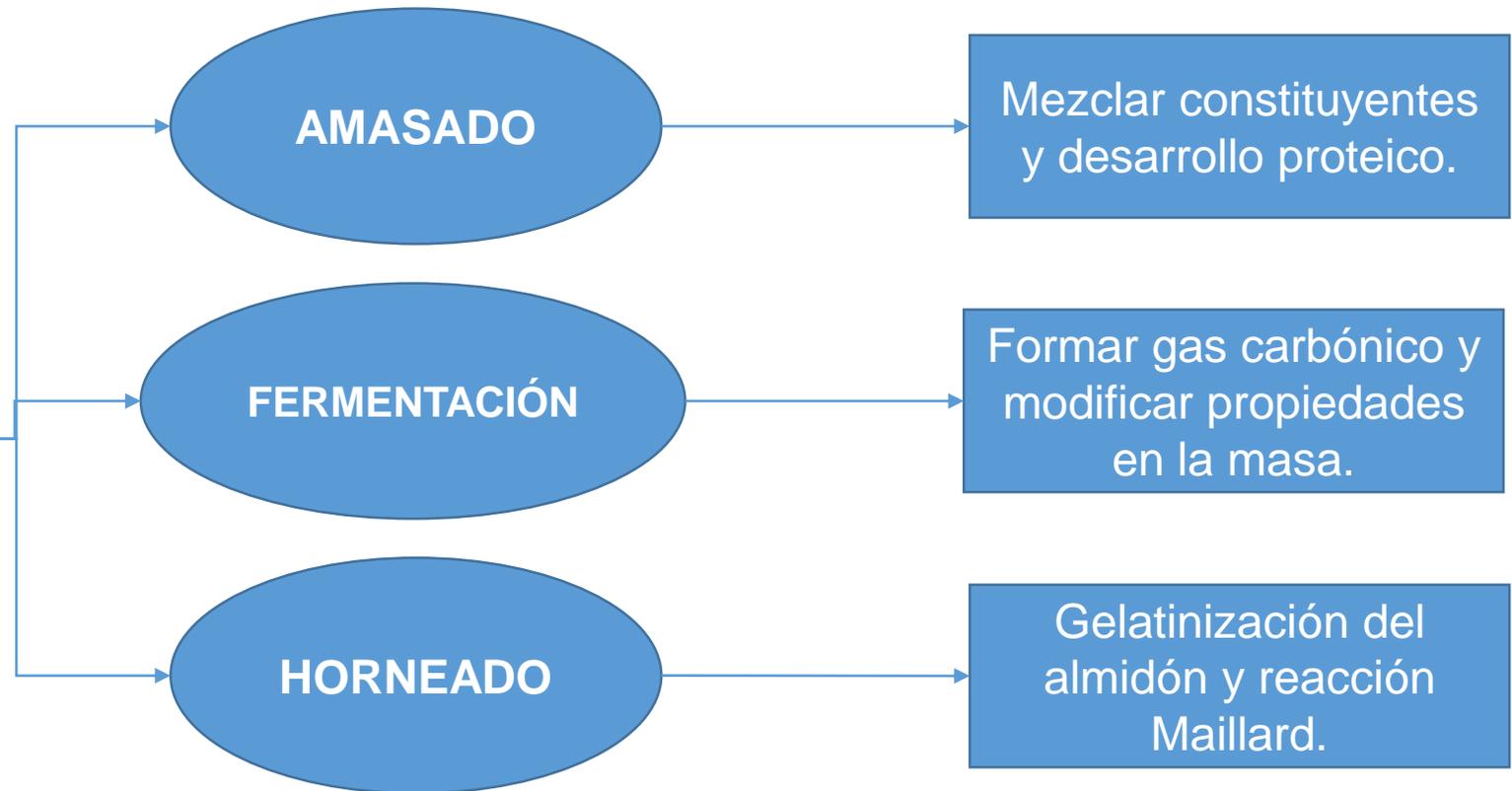


El almidón de quínoa cuenta con una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente (Arzapalo, 2015).

2. MARCO TEÓRICO

PANIFICACIÓN

El Pan es un alimento básico que se elabora cocinando una mezcla de harina o grano molido, agua o leche, y diversos ingredientes más. La harina puede ser de trigo, quínoa, centeno, cebada, maíz, arroz, y soya.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y evaluar las propiedades reológicas y químicas de una masa horneable de quinua roja INIA

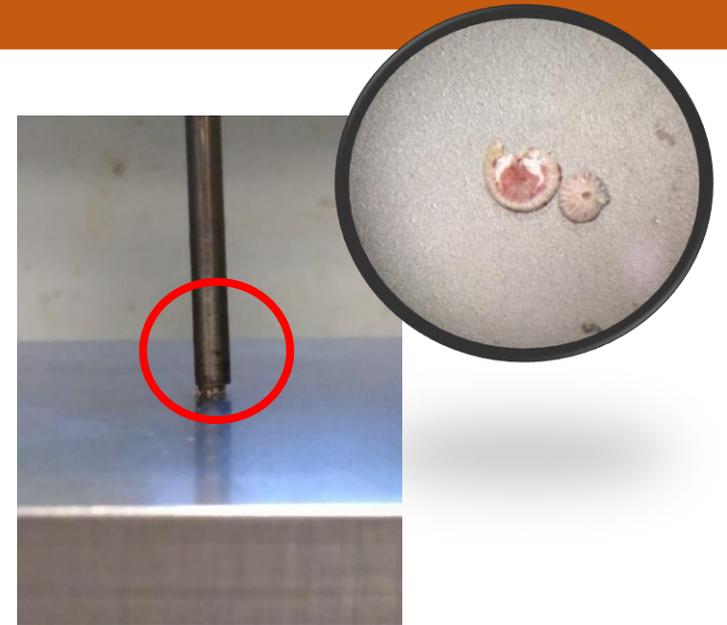
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar y analizar las propiedades físicas de la quinua roja INIA.
- Determinar y analizar las propiedades químicas de la quinua y sus fracciones.
- Diseñar una masa horneable a partir de diferentes fracciones obtenidas en la molienda.

4. METODOLOGÍA



Actividad de agua por Novasina



Propiedades mecánicas a través de maquina de pruebas universal Instron 4467



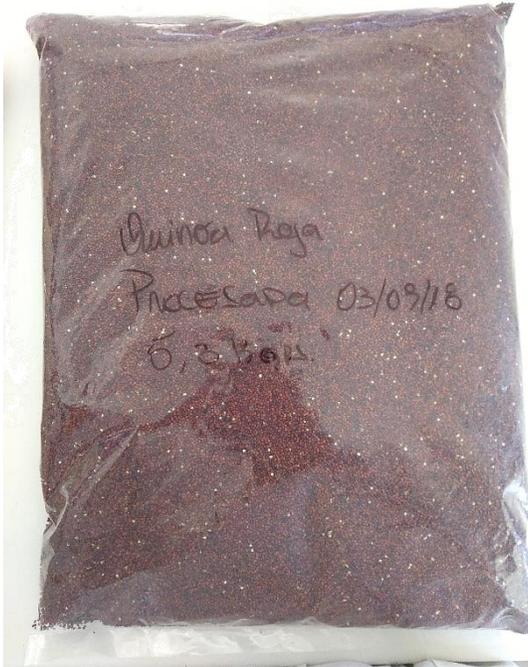
SEM JEOL JSM 6380 LV



Colorímetro HunterLab

4. METODOLOGÍA

4.4. Molienda del grano



Recepción de la Materia Prima (Quinoa Roja INIA lavada sin saponinas)



Molienda en Molino experimental Chopin CD1



4. METODOLOGÍA

FRAGMENTACIÓN DE LA MOLIENDA DE QUINUA ROJA INIA



- A : Grano entero
- B : Harina de Primera
- C : Sémola
- D : Cutícula o Salvado
- E : Harina de Segunda
- F : Semolina

4. METODOLOGÍA

Alveograma en harina todo uso

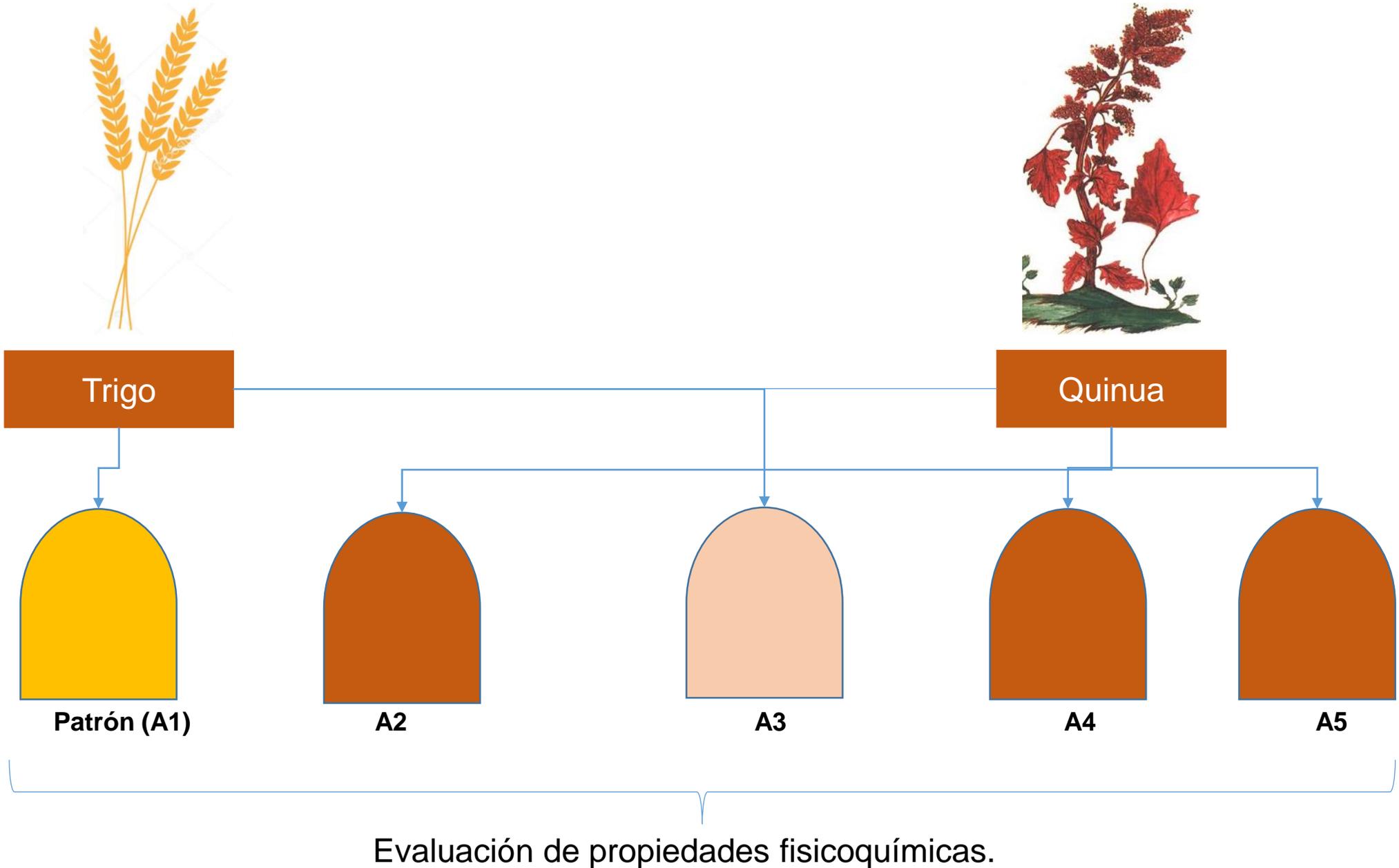


Alveograma en harina de quinua roja INIA (integral).

Alveograma en harina panadera todo uso (patrón).

El ensayo alveográfico se realizó según la Norma IRAM 15857, 1995. Se preparó una masa, de contenido de humedad constante, a partir de la muestra de harina y de una solución de cloruro de sodio 2,5% p/v, bajo ciertas condiciones de temperatura (24 °C) y amasado en un alveógrafo Chopin tipo MA 87 (Trippette & Renaud, Francia). Luego de un proceso de insuflado con aire se generaron cinco gráficos, a partir de los cuales se obtuvo una curva promedio. Sobre ésta última se calcularon los parámetros que indican la tenacidad (P), extensibilidad (L), la relación P/L y la fuerza o trabajo (W) necesario para insuflar la masa.

4. METODOLOGÍA



4. METODOLOGÍA

Panificación Experimental



Harina Patrón (A1)

Harina 1:1 harina de primera y segunda (tipo comercial) (A2)

Harina 1:1 tipo comercial y patrón (A3)

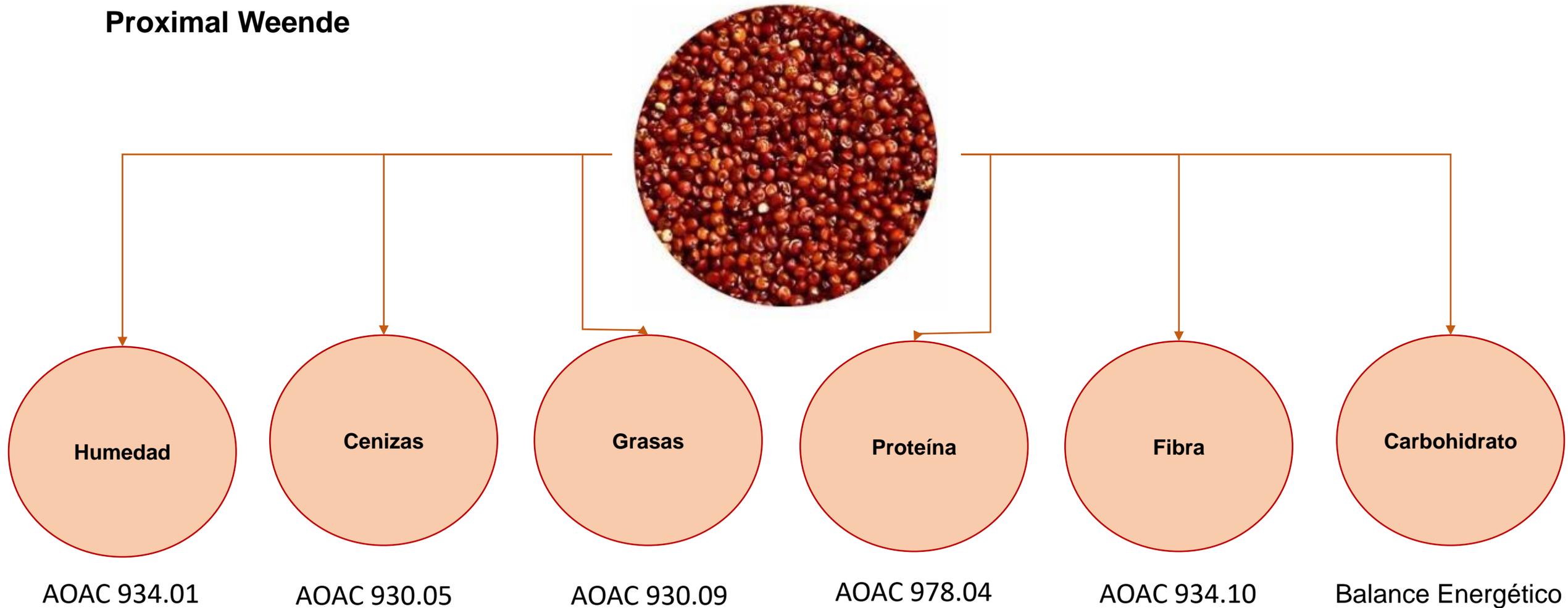
Harina Semolina (A4)

Harina Integral (A5)



4. METODOLOGÍA

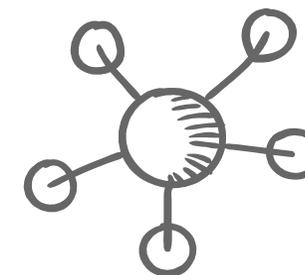
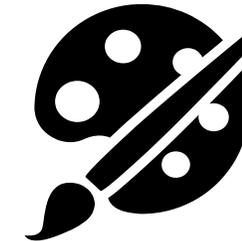
Proximal Weende



5. RESULTADOS

Tabla 1. Propiedades físicas del grano quinua roja INIA.

Propiedad Física	Valor
Humedad (%)	14,77
Actividad de Agua	0,699
Color (c/saponina)	L* 45 a* 3,8 b* 12
Color (s/saponina)	L* 28 a* 8,7 b* 9,5
Dureza (N*mm)	5,99
Fuerza Máxima (N)	45,63



5. RESULTADOS

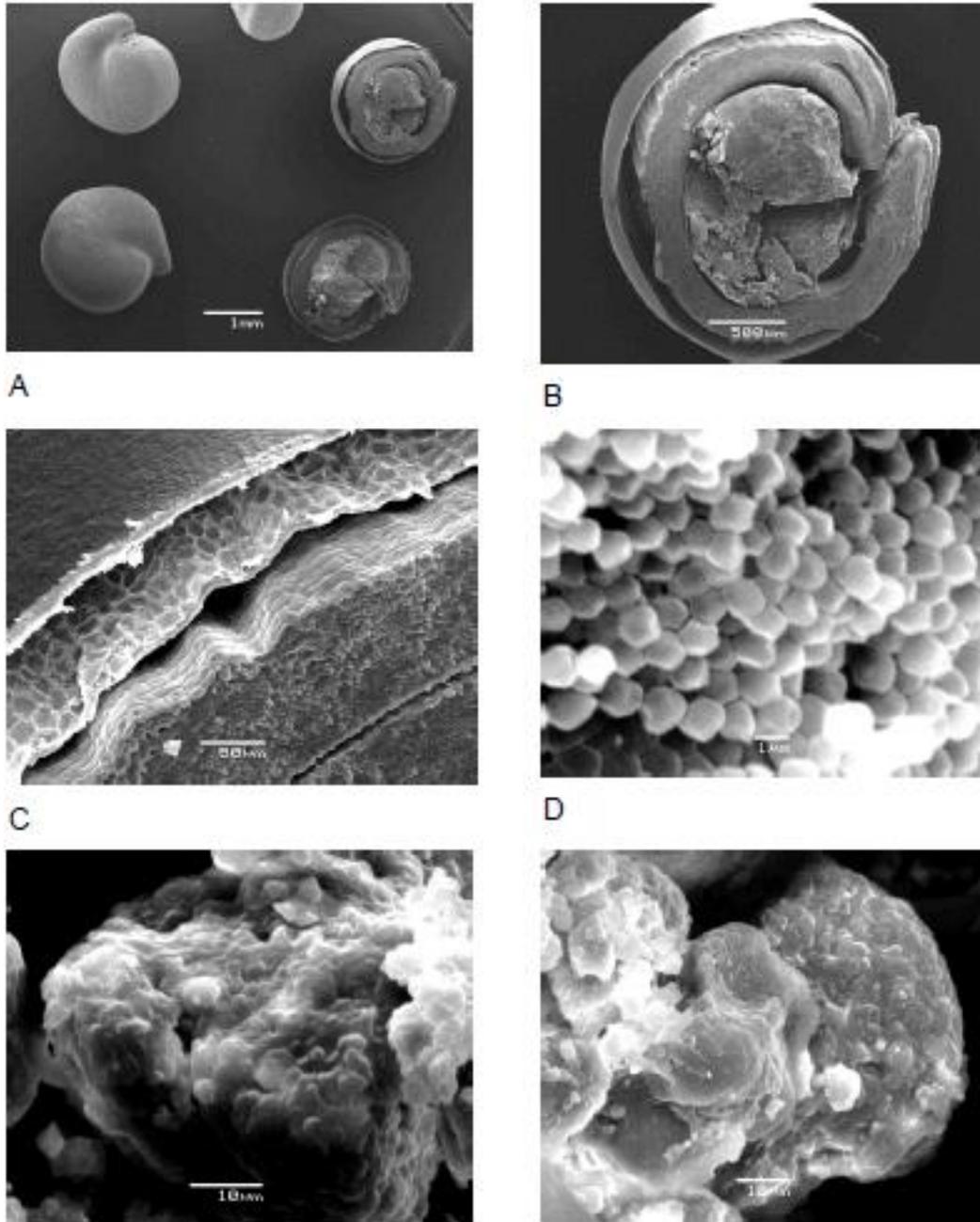


Figura 5. SEM en Quinoa Roja INIA (Quinoa entera “izquierda” y quinoa partida “derecha”: A; Quinoa partida: B; Capas externas de Quinoa: C; Gránulos de almidón: D; Gránulos de almidón enlazados con proteínas “compactación interna”: E; Gránulos de almidón enlazados con proteínas “compactación interna”: F).

5. RESULTADOS

Tabla 2. Análisis Weende de Quinoa Roja INIA

Muestra QUINUA ROJA	Humedad Hbh	SD	Sales Minerales %	SD	Grasa %	SD	Proteína %	SD
Quinoa Roja c/saponina	15.07	0.11	2.98	0.01	5.24	0.36	11.25	0.09
Quinoa Roja s/saponina	28.51	0.52	1.78	0.03	4.14	0.10	10.25	0.14
Quinoa Roja Harina 2ª	6.91	0.10	1.60	0.02	5.06	0.16	12.22	0.48
Quinoa Roja Harina 1ª	7.74	0.09	1.57	0.02	4.51	0.24	12.20	0.59
Quinoa Roja cuticula externa	8.09	0.04	1.82	0.27	4.00	0.06	11.44	0.19
Quinoa Roja sémola	7.69	0.28	2.25	0.02	5.81	0.05	13.38	0.02
Quinoa Roja Semolina	7.19	0.12	2.51	0.02	7.18	0.19	13.80	0.08

5. RESULTADOS

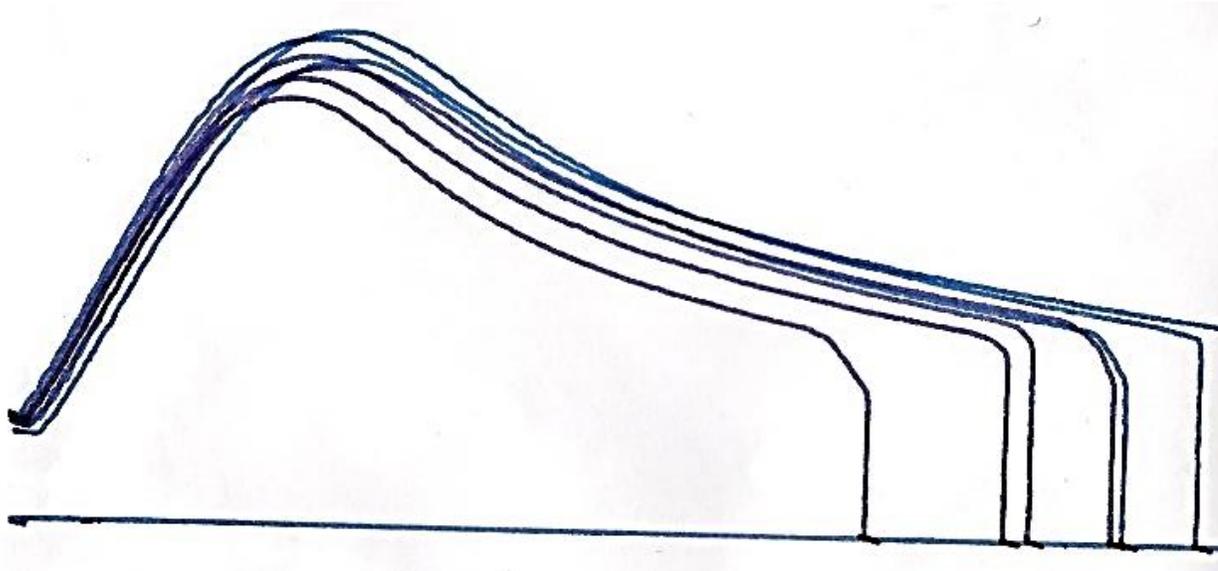


Figura 6: Alveograma de harina panadera todo uso.

Tabla 3. parámetros reológicos de harina panadera todo uso.

Parámetro	Valor
P	61,16 mm
L	228,6 mm
P/L	0,26
W	741,1 x 10 ⁻⁴ Julios

5. RESULTADOS



Tabla 4. Rendimiento de las fracciones de harinas de Quinua roja INIA

Fracción	Rendimiento (%)
Harina de Primera	9,25
Sémola	73,78
Cutícula	15,75
Harina de Segunda	25,93
Semolina	65,93

- Pérdida en el primer la primera fragmentación: 1,25%
- Pérdida en el primer la segunda fragmentación: 1,27%

5. RESULTADOS



Figura 7: Pan elaborado con harina panadera todo uso.

5. RESULTADOS



Figura 9: disgregación de la masa (harina integral)



Figura 10: compactación de la masa (integral)



Figura 11: Segundo amasado en harina 50% primera y 50% segunda quinua.

5. RESULTADOS



Figura 12: Panes (izquierda a derecha) de harina 1:1 tipo comercial y todo uso; harina de semolina; harina integral.

5. RESULTADOS

Tabla 5. Índices de expansión (IE) e hinchamiento (IH) de cada uno de los panes elaborados con las diferentes fracciones.

	A1	A2	A3	A4	A5
					
IE	+4,61	-4,02	-6,15	+1,51	+1,53
IH	+160,47	+54,30	+200,25	+57,37	+58,60

5. RESULTADOS

Tabla 6. Propiedades mecánicas de cada uno de los panes elaborada con las diferentes fracciones.

	A1	A2	A3	A4	A5
					
D	10,27	252,04	263,55	212,05	200,89
F	2,062	2,265	2,534	1,995	1,851
E	36,526	24,315	36,519	23,804	27,149

Donde: “**D**” Dureza (N*mm); “**F**” Fuerza máxima (KN); “**E**” Extensión máxima (mm).

35,16%

31,12%

30,36%

31,88%

31,84%

Humedades de las diferentes panificaciones

5. RESULTADOS

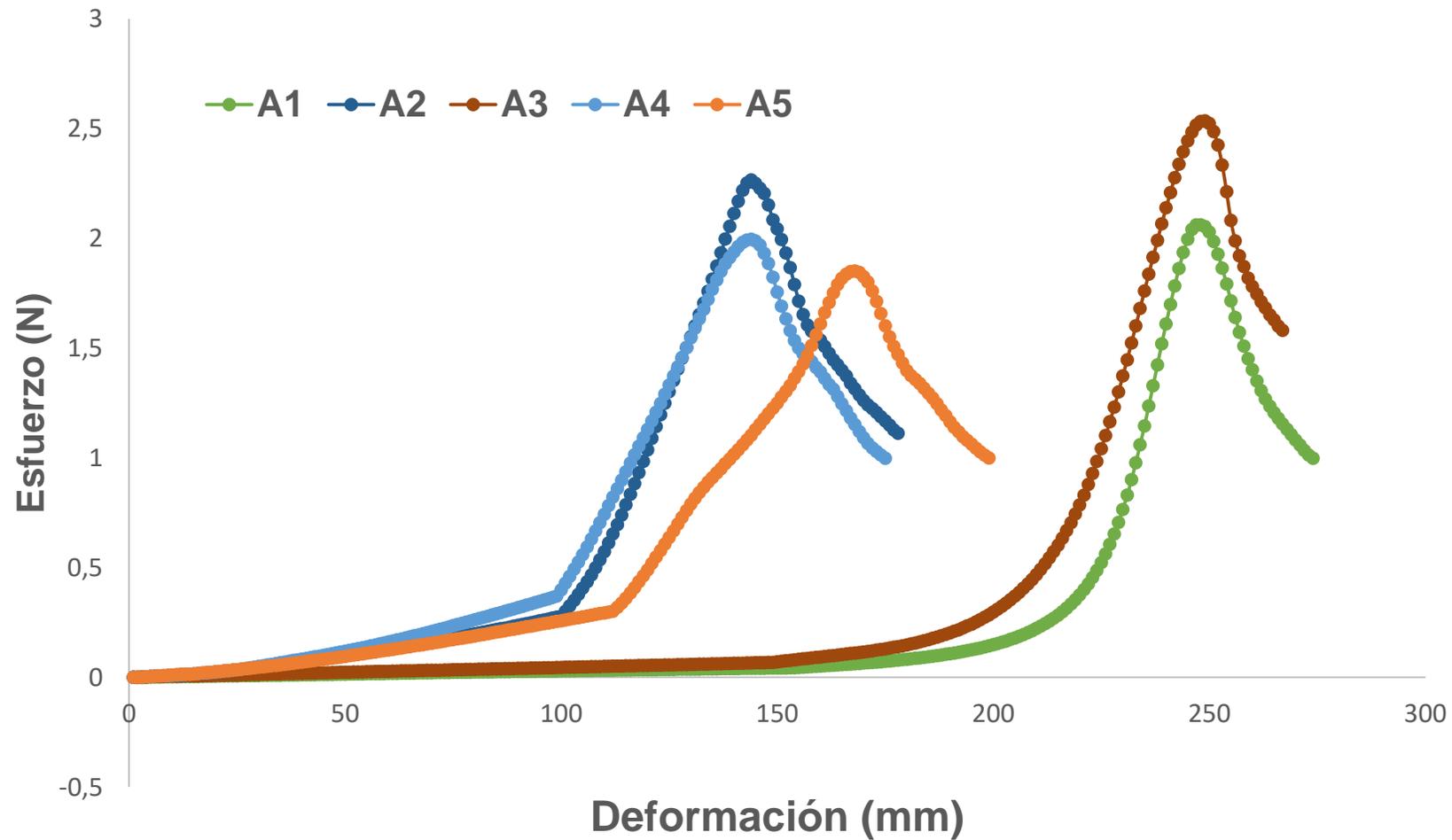
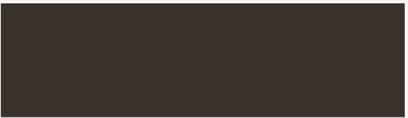
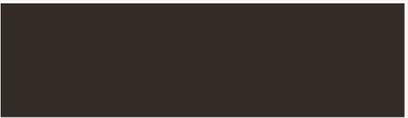
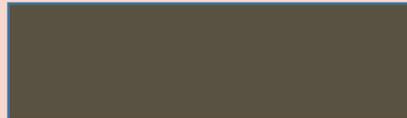


Figura 13. Grafico de esfuerzo v/s deformación de las diferentes panificaciones.

5. RESULTADOS

Tabla 6. Colores y coordenadas Lab* de cada uno de los panes elaborada con las diferentes fracciones.

	A1	A2	A3	A4	A5
					
C	 54,49; 16,27; 33,44	 39,06; 11,3; 20,21	 35,46; 17,03; 23,23	 29,18; 7,5; 9,28	 26,47; 8,44; 8,96
M	 71,3; 1,33; 17,14	 44,7; 6,3; 13,64	 62,86; 4; 14,3	 37,84; 6,09; 9,8	 36,87; 6,88; 10,93
ΔE		C: 20,46 ; M: 27,76	C: 21,49 ; M: 9,94	C: 35,81 ; M: 35,28	C: 38,37 ; M: 36,04

Donde: “**C**” Corteza; “**M**” Miga.

5. RESULTADOS

A1	A2	A3	A4	A5
				
<p>Sensorial: Pan blando al paladar, fácil de masticar, tiende a pegarse en el paladar, textura blanda, con olor y sabor a fermentación (levadura), alveólos homogéneos y pequeños.</p>	<p>Sensorial: Se desmiga con facilidad, la corteza es mas chiclosa y elástica, toques de rescoldo, alveólos uniformes y pequeños, color característico.</p>	<p>Sensorial: La miga es blanda, húmeda, se disgrega fácilmente (suave), miga liviana y de aroma característico al grano, tiene a ser acido, buen sabor.</p>	<p>Sensorial: Blando, húmedo y compacto, de miga suave y se disgrega fácilmente, tiene aroma a tierra y es afrechoso, se disgrega fácilmente.</p>	<p>Sensorial: Olor penetrante, dejo a levadura, de olor muy característico, miga dura y compacta, sin alveólos, duro y muy chicloso, es amargo y seco.</p>

4. RESULTADOS



Figura 14. Pan 1:1 Tipo comercial (corte)



Figura 15. Pan 1:1 Tipo comercial y patrón (corte)



Figura 16. Pan Semolina (Corte)



Figura 17. Pan Harina Integral (Corte)

5. CONCLUSIONES

- Al no poder realizar un Alveograma en las harinas de Quinoa Roja INIA, se podría hacer una correlación directa con las propiedades mecánicas analizadas al grano, ya que ambas son expresadas en unidades de fuerza.
- La fracción con mas relevancia dentro de las harinas obtenidas en la molienda del grano fue la semolina, con un alto contenido en proteína, grasas y sales.
- El comportamiento de la harina tipo comercial de grano ancestral es ampliamente diferente al de la harina panadera todo uso, produciendo una masa más compacta y dura al tacto.
- A pesar de eliminar la mayor cantidad de cutícula en las fracciones, el color del grano se mantuvo en todas las fracciones al momento de realizar la panificación.
- Al tener un alto contenido proteico hace que la harina de grano ancestral (quinua roja INIA) pueda ser una opción ideal para la elaboración de pastas secas.

Polo territorial de desarrollo de ingredientes funcionales y aditivos, a partir de granos ancestrales, para la industria alimentaria mundial. Orafti, Chile S.A. PYT-2017-0495



Fondo de
Inversión Estratégica



beneo
connecting nutrition and health

