

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“EFECTO DE LA GERMINACIÓN Y TOSTADO EN LA SOLUBILIDAD,
PARÁMETROS DE COLOR Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE UNA BEBIDA
INSTANTÁNEA DE ARVEJA (*Pisum sativum* L), CEBADA (*Hordeum vulgare* L) y
HABA (*Vicia faba*)”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTORES

Br. LUZ DELÍ NÚÑEZ VÁSQUEZ

Br. PERCY ROBIN NÚÑEZ VÁSQUEZ

ASESOR

Ph. D. FRANK FLUKER VELÁSQUEZ BARRETO

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

COASESOR

Ing. YULIZA RUIZ BARBOZA

Una firma manuscrita en tinta azul.

CHOTA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
ASESOR DE INFORME DE TESIS

Constancia de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

CO-003-2026-FFVB-EPIA-FCA

El que suscribe, Asesor del Informe de Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis Titulado “**EFFECTO DE LA GERMINACIÓN Y TOSTADO EN LA SOLUBILIDAD, PARÁMETROS DE COLOR Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE ARVEJA (*Pisum sativum* L), CEBADA (*Hordeum vulgare* L) y HABA (*Vicia faba*)**” perteneciente a los tesisistas LUZ DELÍ NÚÑEZ VÁSQUEZ y PERCY ROBIN NÚÑEZ VÁSQUEZ; presenta un **GRADO DE SIMILITUD de 19 % y USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE 0 %**, en base al análisis realizado por el Software Antiplago Turnitin (28/01/2026) y este corresponde a una similitud menor al 20 %, por lo que se considera producción intelectual propia (Art. 27e del Reglamento de Grados y Títulos 2025 aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 770-2025-UNACH).




La presente se emite al interesado para los trámites que estime conveniente.

Chota, 28 de enero de 2026.

Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto
Asesor de Informe de Tesis
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
Facultad de Ciencias Agrarias

Frank Fluker Velásquez Barreto

Informe de tesis Percy y Luzdeli 2026

-  Informe de tesis Percy y Luzdeli 2026
-  Informe de tesis Percy y Luzdeli 2026
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3467146730

Fecha de entrega

28 ene 2026, 10:56 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 ene 2026, 11:10 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

sum_sativum_L_-_CEBADA_Hordeum_vulgare_L_y_HABA_Vicia_faba.docx

Tamaño del archivo

18.4 MB

104 páginas

21.201 palabras

116.976 caracteres




19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 10%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 10% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	3%
2	Internet	repositorio.unach.edu.pe	3%
3	Internet	hdl.handle.net	1%
4	Publicación	Segundo Rubio-Nuñez, Juan Solano-Gaviño, Frank Velásquez-Barreto. "Bebida an...	1%
5	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
6	Publicación	Larissa Martins Mattos Dias. "Multifuncionalização de malha de poliamida com n...	<1%
7	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.upec.edu.ec	<1%
9	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
10	Internet	renati.sunedu.gob.pe	<1%
11	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	<1%

12	Internet	docs.bvsalud.org	<1%
13	Internet	dspace.uazuay.edu.ec	<1%
14	Internet	repositorio.uas.edu.mx	<1%
15	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
16	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
17	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
18	Internet	repositorio.ute.edu.ec	<1%
19	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE	<1%
20	Internet	cia.uagraria.edu.ec	<1%
21	Internet	digitum.um.es	<1%
22	Internet	es.scribd.com	<1%
23	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
24	Internet	bibliotecadigital.oducal.com	<1%
25	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%

26	Internet	dspace.esoch.edu.ec	<1%
27	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
28	Internet	repositorio.ug.edu.ec	<1%
29	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	<1%
30	Trabajos del estudiante	utn	<1%
31	Internet	repositorio.uide.edu.ec	<1%
32	Internet	purl.org	<1%
33	Internet	repositorio.espam.edu.ec	<1%
34	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
35	Internet	www.produccioncientificaluz.org	<1%
36	Internet	www.researchgate.net	<1%
37	Trabajos del estudiante	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad del Valle de Guatemala	<1%
39	Internet	masam.cuautitlan.unam.mx	<1%

40	Internet	dspace.ueb.edu.ec	<1%
41	Internet	repositorio.unajma.edu.pe	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
43	Internet	oa.upm.es	<1%
44	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
45	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
46	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
47	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
48	Internet	docta.ucm.es	<1%
49	Internet	ikua.iiap.gob.pe	<1%
50	Trabajos del estudiante	unhuancavelica	<1%
51	Trabajos del estudiante	United World College of South East Asia	<1%
52	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	<1%
53	Trabajos del estudiante	Escuela Superior Politécnica del Litoral	<1%

54	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Católica del Perú	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%
56	Internet	buscador.una.edu.ni	<1%
57	Internet	repositorio.unat.edu.pe	<1%
58	Publicación	Moumita Karmakar, Ankan Kheto, Rachna Sehrawat, Khalid Gul. "Impact of Super...	<1%
59	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Boliviana "San Pablo"	<1%
60	Internet	docplayer.es	<1%
61	Internet	repositorio.uandina.edu.pe	<1%
62	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
63	Internet	revistas.url.edu.gt	<1%
64	Internet	www.fundacionaquae.org	<1%
65	Internet	www.lala.com.mx	<1%
66	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Hermilio Valdizan	<1%
67	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Perú	<1%

68	Internet	ciateq.repositorioinstitucional.mx	<1%
69	Internet	doczz.pl	<1%
70	Internet	files.core.ac.uk	<1%
71	Internet	repositorio.utc.edu.ec	<1%
72	Internet	repositorioinstitucional.ufpso.edu.co	<1%
73	Trabajos del estudiante	Corporación Universitaria del Caribe	<1%
74	Internet	core.ac.uk	<1%
75	Internet	eprints.ucm.es	<1%
76	Internet	repositorio.unaj.edu.pe:8080	<1%
77	Internet	repositorio.unamad.edu.pe	<1%
78	Internet	repositorio.untrm.edu.pe	<1%
79	Internet	revistas.unlp.edu.ar	<1%
80	Trabajos del estudiante	unajma	<1%
81	Internet	dehesa.unex.es	<1%




82	Internet	repositorio.espe.edu.ec	<1%
83	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
84	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
85	Internet	www.agrocalidad.gob.ec	<1%
86	Internet	1library.co	<1%
87	Internet	dspace.utb.edu.ec	<1%
88	Internet	link.springer.com	<1%
89	Internet	researchcongress.tec.mx	<1%
90	Internet	revistas.udca.edu.co	<1%
91	Internet	revistascientificas.cuc.edu.co	<1%
92	Internet	ri-ng.uaq.mx	<1%
93	Internet	riunet.upv.es	<1%
94	Internet	www.idexlab.com	<1%
95	Internet	www.mdpi.com	<1%

96	Trabajos del estudiante	Mondragon Unibertsitatea	<1%
97	Publicación	Orquera Arguero, Karina Gabriela. "Mecanismos de respuesta de las vacas nodriz..."	<1%
98	Internet	agrotecnia.edicionescervantes.com	<1%
99	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
100	Internet	repositorio.uaaan.mx	<1%
101	Internet	repositorio.unaj.edu.pe	<1%
102	Internet	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl	<1%
103	Internet	revistas.unal.edu.co	<1%
104	Internet	revistas.unitru.edu.pe	<1%
105	Internet	ru.dgb.unam.mx	<1%
106	Internet	www.dspace.espol.edu.ec	<1%
107	Internet	www.funsalud.org.mx	<1%
108	Internet	www.scielo.org.co	<1%
109	Internet	www.unachi.ac.pa	<1%

110	Internet	zagan.unizar.es	<1%
111	Internet	repositorio.upn.edu.co	<1%
112	Internet	revistas.utp.ac.pa	<1%
113	Internet	eprints.uanl.mx	<1%
114	Internet	repositorio.unesp.br	<1%

Frank Fluker Velásquez Barreto

Informe de tesis Percy y Luzdeli 2026

-  Informe de tesis Percy y Luzdeli 2026
-  Informe de tesis Percy y Luzdeli 2026
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3467146730

Fecha de entrega

28 ene 2026, 10:56 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 ene 2026, 11:10 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

sum_sativum_L_-_CEBADA_Hordeum_vulgare_L_y_HABA_Vicia_faba.docx

Tamaño del archivo

18.4 MB

104 páginas

21.201 palabras

116.976 caracteres

0 % detectado como IA

El porcentaje indica la cantidad de texto calificado en la entrega que probablemente se generó usando IA.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltarán en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N°007-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.°532-2025-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Dr. AUGUSTO ANTONIO MECHATO ANASTASIO	Presidente
M. Sc. VIRGINIO PABLO PONTE LOYOLA	Secretario
Mg. PEDRO WILFREDO GAMBOA ALARCÓN	Vocal

De la tesis titulada:

“EFECTO DE LA GERMINACIÓN Y TOSTADO EN LA SOLUBILIDAD, PARÁMETROS DE COLOR Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE ARVEJA (*Pisum sativum* L), CEBADA (*Hordeum vulgare* L) y HABA (*Vicia faba*)”

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
LUZ DELÍ NÚÑEZ VÁSQUEZ	71266703
PERCY ROBIN NÚÑEZ VÁSQUEZ	71266702

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Acuerdan por:

<input checked="" type="checkbox"/>	Unanimidad	<input type="checkbox"/>	Mayoría
-------------------------------------	------------	--------------------------	---------


<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobar	<input type="checkbox"/>	Desaprobar
-------------------------------------	---------	--------------------------	------------

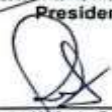
Otorgando la calificación de:

16	Aprobado
	Excelente
<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno
	Regular

<input type="checkbox"/>	Desaprobado
--------------------------	-------------

Colpa Huacaris, 20 de enero del 2026


Dr. Augusto Antonio Mechato Anastasio
Presidente


Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón
Vocal


M.Sc. Virgilio Pablo Ponte Loyola
Secretario


Ph. D. Frank Fluker Velázquez Barreto
Asesor

Dedicatoria

A nuestros padres, Eliseo Núñez Bautista y María Felicita Vásquez Hurtado, por ser un ejemplo a seguir en nuestras vidas, su amor, esfuerzo y sacrificio hacia nosotros han sido un eje fundamental durante nuestra formación académica y profesional.

A nuestros hermanos, por preocuparse y estar presentes en todo momento, brindándonos su apoyo y motivándonos constantemente a ser buenas personas y seguir adelante profesionalmente.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer primeramente a dios, por darnos salud y cuidar de cada uno de nosotros y de nuestros seres queridos, así como por darnos la sabiduría para cumplir nuestros objetivos.

Agradecemos, a nuestros padres Eliseo Núñez Bautista y María Felicita Vásquez Hurtado quienes siempre nos han apoyado durante nuestra formación académica y profesional, les expresamos nuestro agradecimiento por su dedicación y esfuerzo que han realizado para poder cumplir nuestras metas.

También agradecemos a nuestros hermanos por su apoyo y motivación a lo largo de este proceso.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor, Ph.D. Frank Fluker Velázquez Barreto y coasesora Ing. Yuliza Ruiz Barboza por su dedicación, esfuerzo y apoyo durante la elaboración de esta tesis su experiencia y dedicación fueron muy indispensables.

Agradecemos a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional Autónoma de Chota por habernos compartido sus enseñanzas a lo largo de nuestra trayectoria académica.

También agradecemos a los alumnos de la universidad Nacional Autónoma de Chota que participaron en la evaluación de aceptabilidad general de la bebida instantánea.

Finalmente agradecemos a los técnicos de laboratorio de la EPIA por su apoyo y orientación en los análisis realizados durante la ejecución de nuestra tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Planteamiento del problema	10
1.2. Formulación del problema	11
1.3. Justificación.....	11
1.4. Objetivos	13
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	13
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases teórico – científicas	21
2.2.1. <i>Arveja</i>	21
2.1.2. <i>Cebada</i>	25
2.1.2. <i>Habas</i>	29
2.1.3. <i>Germinación de granos</i>	32
2.1.4. <i>Tostado</i>	35
2.1.5. <i>Harinas</i>	36
2.1.6. <i>Solubilidad de harinas</i>	36
2.1.7. <i>Parámetros de color en harinas</i>	37
2.1.8. <i>Bebidas instantáneas</i>	37
2.1.9. <i>Aceptabilidad general</i>	38
2.2. Marco conceptual	39
2.2.1. <i>Germinación</i>	39
2.2.2. <i>Tostado</i>	39
2.2.3. <i>Solubilidad</i>	39
2.2.4. <i>Diferencial de color</i>	40
2.2.5. <i>Índice de blancura</i>	40

2.2.6.	<i>Bebida instantánea</i>	40
2.3.	Hipótesis.....	40
2.4.	Operacionalización de variables.....	40
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....		42
3.1.	Tipo y nivel de investigación	42
3.2.	Diseño de investigación	42
3.3.	Métodos de investigación.....	44
3.4.	Población, muestra y muestreo.....	44
3.4.1.	<i>Población</i>	44
3.4.2.	<i>Muestra</i>	44
3.4.3.	<i>Muestreo</i>	45
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.5.1.	<i>Proceso de remojo</i>	45
3.5.2.	<i>Proceso de germinación</i>	45
3.5.3.	<i>Proceso de tostado</i>	45
3.5.4.	<i>Determinación de la Solubilidad</i>	45
3.5.5.	<i>Parámetros de color</i>	46
3.5.6.	<i>Aceptabilidad general</i>	47
3.5.7.	<i>Elaboración de la bebida instantánea</i>	47
3.5.8.	<i>Instrumentos para la Recolección de datos</i>	50
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	50
3.7.	Aspectos éticos.....	50
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		51
4.1.	Descripción de resultados.....	51
4.1.1.	<i>Resultados del análisis de solubilidad de granos de arveja, cebada y haba germinados</i>	51
4.1.2.	<i>Evaluación de la solubilidad y parámetros de color</i>	52

4.1.3.	<i>Aceptabilidad general de una bebida instantánea a partir de mezclas de harinas de arveja, cebada y haba</i>	61
4.2.	Contrastación de hipótesis.....	63
4.3.	Discusión de resultados.....	64
4.3.1.	<i>Determinación de la solubilidad de granos de arveja, cebada y haba germinados</i>	64
4.3.2.	<i>Evaluación de la solubilidad de harinas de arveja, cebada y haba germinados y tostados</i> 65	
4.3.3.	<i>Evaluación del diferencial de color de harinas de arveja, cebada y haba germinados y tostados</i>	65
4.3.4.	<i>Evaluación del índice de blancura de harinas de arveja, cebada y haba germinados y tostados</i>	66
4.3.5.	<i>Condiciones óptimas de los parámetros de tostado de harinas de arveja, cebada y haba</i>	67
4.3.6.	<i>Aceptabilidad general de una bebida instantánea a base de mezclas de harinas de arveja, cebada y haba</i>	67
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		69
5.1.	CONCLUSIONES	69
5.2.	RECOMENDACIONES	70
CAPITULO VI. REFERENCIAS.....		71
CAPITULO VII. ANEXOS		85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía de la arveja (Pisum sativum L)</i>	22
Tabla 2 <i>Composición química de arveja (g/100 g de materia seca)</i>	25
Tabla 3 <i>Taxonomía de la cebada (Hordeum vulgare L)</i>	27
Tabla 4 <i>Composición nutricional de la cebada (Hordeum vulgare L)</i>	29
Tabla 5 <i>Taxonomía del haba (Vicia faba)</i>	30
Tabla 6 <i>Composición nutricional del haba (Vicia faba)</i>	32
Tabla 7 <i>Operacionalización de variables</i>	41
Tabla 8 <i>Valores aplicados en el Diseño Central Compuesto Rotacional</i>	42
Tabla 9 <i>Tratamientos que se realizó en el Diseño Central Compuesto Rotacional</i>	43
Tabla 10 <i>Tratamientos que se realizó en el Diseño de Mezclas Centroides Simple</i>	43
Tabla 11 <i>Escala hedónica de cinco puntos</i>	47
Tabla 12 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	50
Tabla 13 <i>Prueba de Tukey de la solubilidad de granos de arveja, cebada y haba germinados</i>	51
Tabla 14 <i>Análisis de varianza de la variable porcentaje de solubilidad en distintos tiempos de germinación de granos de arveja, cebada y haba.</i>	52
Tabla 15 <i>Determinación de la solubilidad y parámetros de color (diferencial de color y índice de blancura) de harinas de arveja, cebada y haba</i>	53
Tabla 16 <i>Análisis de varianza de la variable solubilidad de harinas de arveja, cebada y haba</i>	56
Tabla 17 <i>Análisis de varianza para la variable diferencial de color de harinas de arveja, cebada y haba</i>	58
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para la variable índice de blancura de harinas de arveja, cebada y haba</i>	60
Tabla 19 <i>Condiciones ideales de los parámetros de tostado para granos de arveja, cebada y haba</i>	61
Tabla 20 <i>Resultados de la aceptabilidad general la bebida instantánea a base de las proporciones de harinas de arveja, cebada y haba</i>	62
Tabla 21 <i>Análisis de varianza y coeficientes de regresión de los modelos en la aceptabilidad general</i>	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Color de granos de arveja</i>	24
Figura 2 <i>Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L)</i>	26
Figura 3 <i>Esquema experimental que se utilizó en la investigación</i>	44
Figura 4 <i>Flujograma para la elaboración de una bebida instantánea</i>	48
Figura 5 <i>Superficie de respuesta del porcentaje de solubilidad de harinas de arveja, cebada y haba</i>	55
Figura 6 <i>Superficie de respuesta del diferencial de color de harinas de arveja, cebada y haba</i>	57
Figura 7 <i>Superficie de respuesta del índice de blancura de las harinas de arveja, cebada y haba</i>	59
Figura 8 <i>Superficie ajustada de la variable aceptabilidad de las mezclas de harinas de arveja, cebada y haba según el modelo cubico</i>	63
Figura 9 <i>Perfiles de valores previstos y deseabilidad para determinar la mezcla óptima</i>	63
Figura 10 <i>Recepción y selección de las materias primas (Arveja, cebada y haba)</i>	85
Figura 11 <i>Remojo</i>	85
Figura 12 <i>Granos Germinados</i>	86
Figura 13 <i>Germinación</i>	86
Figura 14 <i>Análisis de solubilidad de los granos germinados</i>	87
Figura 15 <i>Secado</i>	87
Figura 16 <i>Tostado</i>	88
Figura 17 <i>Granos tostados</i>	88
Figura 18 <i>Tamizado</i>	89
Figura 19 <i>Molido</i>	89
Figura 20 <i>Análisis de solubilidad de los granos tostados</i>	90
Figura 21 <i>Análisis de los parámetros de color de las muestras</i>	90
Figura 22 <i>Dilución</i>	91
Figura 23 <i>Mezclado</i>	91
Figura 24 <i>Análisis de aceptabilidad general</i>	92
Figura 25 <i>Bebida instantánea</i>	92
Figura 26 <i>Perfiles de valores previstos y deseabilidad en el proceso de tostado</i>	93
Figura 27 <i>Ficha de evaluación de aceptabilidad general</i>	94

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue analizar el efecto del tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad, parámetros de color y aceptabilidad general de una bebida instantánea de arveja, cebada y haba. El estudio constó en tres etapas utilizando los diseños DCA, DCCR y diseño de mezclas. Primeramente se germinó los granos por tiempos de 24, 48, 72, 96 y 120 h para determinar el mejor tiempo de germinación respecto a la solubilidad, luego se tostaron a diferentes tiempos (23 a 66 min) y temperaturas (163 a 206 °C) con la finalidad evaluar y optimizar las condiciones de tostado en función a la solubilidad y parámetros de color que incluyeron el diferencial de color (ΔE^*) y índice de blancura (WI), finalmente se elaboró una bebida instantánea con diversas mezclas de harinas y se determinó su aceptabilidad general. Los resultados mostraron mejores tiempos de germinación de 72 h en arveja (22,11 %) y cebada (25,70 %) y 48 h en haba (25,54 %), en la segunda etapa la solubilidad mostró valores más altos en la cebada (28,62 %), haba (24,28 %) y arveja (23,19 %), el ΔE^* varió de 1,63 a 29,49 con menor cambio en la coloración a bajas temperaturas y tiempos de tostado, el WI en harina de arveja alcanzó un valor de 79,81, el haba 79,28 y la cebada 73,01. Las condiciones óptimas de tostado en arveja fueron (43,59 min a 206,21 °C), cebada (66,21 min a 195,6 °C) y haba (66,21 min a 206,21 °C), los análisis estadísticos mostraron que las condiciones de tostado tienen efectos significativos sobre las variables respuesta ($p < 0,05$). Así mismo, se determinó que la mezcla con mayor aceptación correspondió a 66,67 % de arveja, 16,67 % de cebada y 16,67 % de haba. Por lo tanto, el tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado mejoran de manera significativa la solubilidad, los parámetros de color y aceptabilidad general de la bebida instantánea.

Palabras clave: Germinación, tostado, diferencial de color, índice de blancura, aceptabilidad general

Abstract

The main objective of the research was to analyze the effect of germination time, roasting time, and roasting temperature on the solubility, color parameters, and overall acceptability of an instant pea, barley, and bean beverage. The study consisted of three stages using DCA, DCCR, and mixture designs. First, the grains were germinated for 24, 48, 72, 96, and 120 hours to determine the best germination time in terms of solubility. They were then roasted at different times (23 to 66 min) and temperatures (163 to 206 °C) to evaluate and optimize the roasting conditions in terms of solubility and color parameters, which included color difference (ΔE^*) and whiteness index (WI). Finally, an instant beverage was prepared with various flour mixtures, and its overall acceptability was determined. The results showed better germination times of 72 h for peas (22.11%) and barley (25.70%) and 48 h for beans (25.54%). In the second stage, solubility showed higher values for barley (28.62%), broad beans (24.28%), and peas (23.19%). ΔE^* varied from 1.63 to 29.49, with less change in color at low temperatures and roasting times. The WI in pea flour reached a value of 79.81, broad beans 79.28, and barley 73.01. The optimal roasting conditions were 43.59 min at 206.21 °C for peas, 66.21 min at 195.6 °C for barley, and 66.21 min at 206.21 °C for beans. °C). Statistical analyses showed that roasting conditions have significant effects on response variables ($p < 0.05$). Likewise, it was determined that the most acceptable blend was 66.67% peas, 16.67% barley, and 16.67% beans. Therefore, germination time, roasting time, and roasting temperature significantly improve the solubility, color parameters, and overall acceptability of the instant beverage.

Keywords: Germination, roasting, color differential, whiteness index, overall acceptability

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial la producción de legumbres y cereales entre ellos la arveja, cebada y haba son ampliamente cultivados gracias a su alto valor nutritivo. En el Perú se estima una producción de 70000 toneladas de habas que equivale al 28 % de la producción total de legumbres y 50000 toneladas de arvejas representando el 20 % de la producción nacional (Agencia Agraria de Noticias, 2024). Por otra parte, la producción de cebada en el año 2013 fue de 225000 toneladas (Cotera, 2016). Además, en la provincia de Chota actualmente se ha evidenciado un incremento en el cultivo de estos granos por parte de los agricultores (Autoridad Nacional del Agua - ANA, 2012). A pesar de su alta demanda y del aporte nutritivo su aprovechamiento se realiza de manera artesanal mediante preparaciones culinarias realizadas por las amas de casa, obtención harinas de baja calidad y gran parte destinados a la alimentación de animales menores.

La arveja, cebada y haba son alimentos que se les puede dar valor agregado mediante la transformación en productos como bebidas instantáneas que puedan reemplazar a las bebidas con alto contenido de cafeína y azúcar que son perjudiciales para la salud (Rubio et al., 2022). Las bebidas instantáneas son productos de consumo habitual que brindan una sensación de energía y concentración al organismo; sin embargo, existe gran demanda por debidas instantáneas elaboradas a base de café que contiene diversos compuestos como la cafeína que su consumo elevado genera problemas en la salud.

Por otro lado, las bebidas instantáneas a base de legumbres y cereales han mostrado deficiencias en distintas propiedades fisicoquímicas y funcionales. La germinación es un proceso que brinda la posibilidad de mejorar diversas características de los granos como la solubilidad, parámetros de color y aceptabilidad gracias a la activación de diversas enzimas y reducción de factores anti nutricionales (Gamarra, 2021).

Finalmente, las condiciones inadecuadas de los procesos pueden generar efectos no deseados en las propiedades estudiadas, es por ello que resulta fundamental investigar y optimizar los procesos de germinación, tostado y proporción de harina que mejoren la solubilidad, los parámetros de color y la aceptabilidad general de la bebida instantánea de manera simultánea.

1.2. Formulación del problema

¿Qué efecto tiene el tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad, parámetros de color y aceptabilidad general de una bebida instantánea de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*)?

1.3. Justificación

En la presente investigación se elaboró una bebida instantánea de arveja, cebada y haba mediante procesos de germinación y tostado para mejorar sus propiedades y emplearse como alternativa a las bebidas instantáneas que causan efectos a la salud. Además, estos granos se cultivan ampliamente en la provincia de Chota aprovechándose de manera artesanal y a la alimentación de animales menores. En esta investigación se buscó dar valor agregado a estas materias primas a través de su transformación en una bebida instantánea.

Actualmente existe gran demanda por bebidas instantáneas elaboradas a base de café, el cual contiene diversos compuestos como la cafeína que causa efectos adversos a la salud, es por ello que esta investigación se presenta como alternativa para reemplazar a estas bebidas instantáneas contribuyendo con la alimentación de la población.

Este estudio se realizó en la provincia de Chota puesto que resulta de gran importancia el aumento del cultivo de legumbres y cereales como la arveja, cebada y haba que tienen alto contenido nutricional y aprovecharlas en la elaboración de productos saludables, además de poder contribuir a la creación de micro empresas dedicadas a la elaboración de bebidas instantáneas, mejorando los ingresos de los productores y generando un mejor desarrollo.

Las bebidas instantáneas a base de legumbres y cereales han presentado deficiencias en diversas propiedades fisicoquímicas y funcionales, es por ello que este estudio realizó el proceso de germinación como una opción para mejorar diversas características como la solubilidad, parámetros de color y aceptabilidad general, además de optimizar los procesos de germinación, tostado y proporción de harina que mejoren las características de manera simultánea.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Analizar el efecto del tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad, parámetros de color y aceptabilidad general de una bebida instantánea de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*).

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el efecto del tiempo de germinación en la solubilidad de harinas de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*).
- Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad de harinas de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*).
- Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de tostado en los parámetros de color (diferencial de color y índice de blancura) de harinas de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*).
- Determinar las condiciones óptimas de tiempo y temperatura de tostado que mejoren la solubilidad y parámetros de color (diferencial de color y el índice de blancura) de harinas de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*).
- Determinar el efecto de la proporción de harinas de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*) en la aceptabilidad general de una bebida instantánea.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Tenório et al. (2022), estudiaron el impacto del tostado en las características fisicoquímicas de mezclas de café arábica y conilón. El proceso lo realizaron a temperaturas de 140, 170 y 200 °C por 7, 12 y 17 min con concentraciones de café arábica a 12,5, 31, 25 y 50 % estableciéndose 11 tratamientos. Mostraron rendimientos mayores al 91%, el menor porcentaje de humedad fue 2,07 % por lo que mencionan que se requiere un tostado riguroso puesto que la humedad influye en la calidad microbiana y enzimática del café. Con respecto al pH y el color tuvieron efecto por el grado de tostado, el contenido de azúcares reductores tuvo un promedio de 0,9 % y las proteínas fue de 7 a 14 %. Los autores mencionan que las mezclas tostadas a 170 °C por 12 min con 68,75 % de café Conilón y 31,25 % de café Arábica presentaron mejores resultados.

Nakilcioglu-Taş y Ötles (2019), evaluaron el efecto del tostado en las características físicas del café arábica molido. El proceso lo llevaron a cabo a 200 °C a diversos tiempos obteniéndose como muestras café crudo, tostado ligero, tostado medio y tostado oscuro, los mismos que fueron molidos finamente ($< 300 \mu\text{m}$). Determinaron que el ΔE aumentó a mayor grado de tostado, los parámetros de color a^* , b^* , C^* más altos se presentaron en el café tostado y los valores de L^* y h° en el café crudo ($p < 0,05$), por otra parte, los parámetros de color más bajos se presentaron en el café tostado oscuro ($p < 0,05$) excepto el h° , los autores mencionan que el cambio del color es debido a las reacciones de pirolisis no enzimática y pardeamiento. La solubilidad tuvo un aumento según el grado de tostado con valores de 3,11, 3,14, 3,46 y 3,48 % respectivamente. Concluyeron que el café con menor grado de tostado presenta mejores características, mayor vida útil y menor costo.

Adetokunboh et al. (2022), en su estudio analizaron las características fisicoquímicas de maltas elaboradas a partir de semillas de mani Bambara (BGN). El proceso de remojo lo

realizaron a 36 y 48 h y la brotación de 0 a 144 h, el secado de la malta base, acaramelada y tostada se llevaron a cabo a distintos tiempos y temperaturas y los jarabes lo obtuvieron isotérmicamente de las matas especiales. El color de las maltas y jarabes fueron diferentes ($p = 0,000$) debido al calor que atribuye el color a la reacción no oxidativa de Maillard, así mismo, el contenido de proteína de las maltas fueron diferentes con valores de 15,41 a 17,58 %. Concluyeron que las maltas presentaron buenas características fisicoquímicas y que podría tener beneficio para los consumidores.

Corzo et al. (2022), estudiaron el efecto del tostado y ebullición en las características químicas y no nutricionales de tres variedades mexicanas de haba (HTA, HTP y HPA) de madurez tardía, intermedia y temprana. El tostado lo realizaron a temperatura de 120 °C por 10 min y la ebullición a 120 °C por 20 min. Los resultados demostraron que el contenido de cenizas y fibra aumenta por medio de los dos métodos. Con respecto a la humedad presento una variación de 2,79 a 112,63 %, así mismo, el contenido de proteínas y carbohidratos presentaron variaciones de 26,59 y 35,17 % y 55,05 a 67,64 % respectivamente. Por otra parte, se evidencio un aumento de 2 a 6 % en la digestibilidad por ambos tratamientos. Los autores concluyeron que los tratamientos aplicados redujeron el contenido de compuestos no nutricionales, mejoraron la calidad biológica y aumentaron el porcentaje de digestibilidad de nutrientes.

Soares (2022), evaluó los mecanismos y condiciones adecuadas durante el proceso de hidratación, secado y almacenado de granos de trigo. El proceso de maceración lo realizó a través del modelo de Weibull con tiempos de remojo de 0, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 24 y 25 h a temperatura de 20 °C, la germinación durante 5 días con reposición de agua cada 24 y el secado a temperaturas de 40, 50, 60, 70 y 80 °C por 16, 15, 8 y 7 h. La caracterización química del grano de trigo mostró un 62 % de carbohidratos, 12,66 % de humedad, 12,56 % de proteínas, 10,31 % de lípidos y 1,82 % de cenizas. Por otra parte, el

contenido de agua presentó una variación de 3,12 % con respecto al agua de equilibrio establecido por el modelo.

Venkataralu y Gurumoorthi (2025), realizaron un estudio sobre la influencia de la germinación en las propiedades nutricionales, antinutricionales y funcionales del mijo para potenciar su aplicación en alimentos. El proceso de remojo lo realizaron en agua clorada durante 2 h y en agua destilada por un tiempo 12 h en proporción de 1:2 mijo a agua y la germinación por 24 a 60 h al 75- 80 % HR y 25 – 30 °C. Los resultados mostraron un aumento del contenido proteico, fibras y redujo factores antinutricionales como taninos (65%), ácido oxálico (65%) y ácido fítico (55%), así mismo mejoro diversas propiedades funcionales como la CAA, poder de hinchamiento y la actividad antioxidante. Los autores concluyeron que la germinación es una técnica eficaz para potenciar las propiedades nutricionales y funcionales además de reducir factores antinutricionales del mijo.

García (2024), elaboró harina a partir de legumbres de arveja y lenteja germinados con propiedades nutricionales y funcionales mejoradas con el objetivo de complementar a la harina de trigo en el desarrollo de productos, para ello evaluó las variables de color (ΔE), textura (cm), peso final (g) y rendimiento. La germinación lo realizó a temperatura ambiente entre 17 °C y 25 °C en ausencia de luz por un tiempo de 48 h en la arveja y 36 h en la lenteja donde alcanzaron brotes promedios de 3 cm y 5 cm, el secado fue a temperatura de 60 °C para la obtención de harina con partículas de 551 μm . Como resultado la harina de arveja determinó una mejor combinación empleando 125 min de secado teniendo impacto positivo en el color; sin embargo, no presentó efectos relevantes en el peso y rendimiento de manera individual y afecto negativamente a la textura. El autor menciona que las variaciones se deben a la especie y estado del grano, tiempo de secado y la cantidad de veces molidos.

Nguyen y Nguyen (2024), estudiaron el impacto de las condiciones de procesamiento sobre el cambio de aminoácidos, la reducción de azúcar y Polifenoles totales de malta

caramelizada producida a partir de IR50404 variedad de arroz con el propósito de encontrar las condiciones adecuadas de tostado. El remojo lo realizaron a temperatura de 30 °C por 24 h y la germinación durante 4 días a 30 °C, la incubación a 40 - 70 °C durante 30 - 120 min y se tostó a diferentes temperaturas de 125 - 200 °C durante 30 - 90 min. Los resultados mostraron que en el tostado cambiaron la concentración de polifenoles, reduciendo azúcares y aminoácidos. Concluyeron que a mayor temperatura de tostado y a mayor tiempo de composición hay mayor pérdida de nutrientes de malta tostada.

Urbina et al. (2023), evaluaron las propiedades fisicoquímicas de quinua y amaranto y las propiedades funcionales de sus harinas. Determinaron un mayor contenido proteínas, grasa, y carbohidratos totales en el amaranto con porcentajes de 6,14 %, 12,41 % y 67,09 % respectivamente a diferencia de la quinua que presentó una mayor capacidad de hinchamiento e hidratación. Determinaron que las características funcionales de los cereales no tienen efecto en las propiedades de las harinas puesto que se presentó una diferencia significativa ($p < 0,05$). Los autores concluyeron que la quinua y el amaranto pueden ser aprovechados para la formulación de harinas y otros productos.

Vilcanqui et al. (2021), estudiaron el efecto del tiempo de remojo, germinación y la iluminación de semillas de basul en las propiedades nutricionales, compuestos bioactivos y propiedades funcionales. El remojo lo realizaron a 18 y 24 h, el germinado a 96 y 144 h, la iluminación en presencia y ausencia de luz y el secado a 60 °C por 15 h. Los análisis mostraron cambios estadísticos no significativos ($p > 0,05$) en el contenido de grasa, proteínas, cenizas, fibra cruda y extracto libre del basul germinado con respecto al sin germinación, así mismo, se evidenció incrementos ligeros en la digestibilidad de las proteínas. Con respecto a la solubilidad en agua se mostraron aumentos significativos ($p < 0,05$) en el tratamiento a 24 h de remojo, 144 h de germinación y en presencia de luz con un porcentaje de 89,60%, mientras que en la harina de semillas sin germinar con 38,37 %. Los autores concluyeron que germinar los

granos de basul mejora la calidad de las proteínas, la capacidad antioxidante, el contenido de fenoles y las propiedades funcionales.

Curti et al. (2022), analizaron las propiedades funcionales y físico-químicas en harinas de lupino blanco y andino, ideales en la alimentación. Primeramente, se le quito el amargor a los granos mediante el remojo por 18 h, cocción durante 60 min y lavado en un tiempo de 5 días, seguidamente fueron secados a 60 °C, se molieron y tamizaron (250 μ m). Como resultados de las harinas tratadas mostraron una coloración amarilla con tendencia a rojo con valores de $b^* = 45,2; 32,4; a^* = 8,1; 8,4$ y $L^* 74,9; 75,5$ para lupino blanco y andino respectivamente y la solubilidad en agua fue mayor con un valor de 78,8 %. Los autores concluyen que las harinas tratadas mostraron propiedades funcionales y físico-químicas que podrían reemplazar al trigo y a la soja en la elaboración de alimentos saludables.

Ccoyllo (2019), elaboró una bebida energética carbonatada con maltas de quinua, cebada y kañihua mediante remojo, germinación y tostado de los granos, con el propósito de identificar las condiciones óptimas para la obtención de la malta. El remojo lo realizó hasta obtener granos con una humedad de 40 a 45 % a temperatura de 18 a 22 °C, la germinación fue por un tiempo de 24 a 72 h hasta la formación de brotes de 5, 3 y 5 mm respectivamente, el secado a temperatura ambiente con 90% de humedad y el tostado de la malta por 5 min para la malta de quinua, 3 min para la kañihua y 7 min para la cebada a una temperatura de 80 °C. Los resultados obtenidos evidenciaron que los mejores parámetros para la obtención de malta de quinua, kañihua y cebada fueron de 24, 24 y 48 h de remojo; 24, 48 y 72 h de germinado y 5, 3 y 7 min de tostado respectivamente.

Pérez (2024), realizó un estudio para la aplicación de un diseño experimental para optimizar una bebida no alcohólica a partir de maltas de quinua y amaranto (variedad Excelencia y Inti respectivamente). El remojo se realizó en proporción de 1:1.5 (semillas: agua) durante 12 h y germinadas dentro de un germinador acondicionado de un incubador Binder

B115 a temperatura de 25 °C por tiempos de 38 h para el amaranto y 72 h para la quinua, con una humedad relativa de 95%. El tostado lo efectuó de 130 a 170 °C durante 80 a 100 min en el caso del amaranto y 20 a 40 min en la quinua. Como resultados determinó que la calorimetría de las bebidas optimizadas con respecto al amaranto fue de $L = 33,13$; $a = 13,43$; $b = 27,70$ y para la quinua $L = 29,48$; $a = 15,23$; $b = 25,93$. El autor concluyó que la aceptabilidad de la bebida de amaranto se tuvo una mayor utilidad en la muestra tostada a 130 °C por 80 min y con respecto a la bebida de quinua en la muestra tostada a 170 °C por 20 min.

Villacís (2024), elaboró una bebida no alcohólica a partir de maltas de trigo y cebada, el remojo lo realizo por 48 h en agua con proporción de 2:1 (Agua destilada: semillas), cambiando el agua cada 24 h, la germinación a 17 °C por un tiempo de 144 h en los granos de cebada y 168 h en los granos de trigo con una humedad relativa de 90% y el tostado de 70 a 85 °C durante 30 a 120 min. Los resultados presentaron un efecto significativo ($p < 0,05$) en la colorimetría en muestras de malta de cebada y trigo. Con respecto a las bebidas optimizadas se presentaron valores de colorimetría $L = 12,47$; $a = 1,048$; $b = 12,97$ en la bebida a base de malta de cebada y $L = 26,43$; $a = 9,73$; $b = 20,78$ a base de malta de trigo. Concluyó que las bebidas con mayor deseabilidad fueron las muestras tostadas a 68 °C por 32,07 min en las maltas de cebada y a 70 °C por 123,08 min en maltas de trigo.

Martínez (2024), realizo el análisis de germinación-selenización y proteína en concentrados proteicos y harina de garbanzo desi negro y verde sobre las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales. La germinación lo realizó por 48 h a 24 °C y 80 % de humedad relativa con 0 y 50 de $\text{mgNa}_2\text{SeO}_3/\text{L}$. los análisis mostraron un mayor porcentaje en la solubilidad de 20 a 26 % en las harinas y de 4,9 a 5,3 % en los concentrados proteicos. Por otra parte, se presenció un 29 a 34 % de contenido de selenio debido a la germinación-selenización y valores de 55 a 74 % por la concentración de proteína. Finalmente se concluyó que a pesar de la selenización los resultados no fueron los esperados.

Moposita et al. (2023), desarrolló una bebida nutricional mediante germinados de quinua y chocho con el propósito de evaluar la aceptabilidad del producto. Para la obtención de la bebida realizó la hidratación del chocho durante 12 y 24 h en granos de quinua para llegar al 45 % de humedad, luego procedió con la germinación durante 4 y 6 días respectivamente a 15 °C – 20 °C hasta alcanzar un alargamiento de 0,5 mm aproximadamente. Finalmente realizó el análisis de aceptabilidad a 30 panelistas con el objetivo de encontrar el tratamiento con más preferencia durante los 20 días que duro el estudio determinándose que las variables color, textura y consistencia no influyeron en la aceptabilidad de los panelistas.

Gamarra (2021), evaluó el valor nutricional y características funcionales del sangorache conocido como kiwicha a diferentes tiempos de germinación. Estos granos lo germinaron durante 48, 72 y 96 h a 25 °C y en oscuridad, luego fueron secados en condiciones de 55 °C durante 24 h y finalmente se molieron para la obtención de harina donde se determinó la solubilidad en agua (SA). En los resultados obtenidos se ha observado que el mejor tiempo de germinación fue de 72 h con un valor de 17,21% de solubilidad. El autor concluyó que la germinación de la semilla de kiwicha incrementó el valor de las proteínas y otras propiedades como la capacidad de adsorción de agua.

Rubio et al. (2022), evaluaron el efecto de las condiciones de tostado en la solubilidad, el color (ΔE) y la aceptabilidad de harinas cebada, haba y arveja con la finalidad de establecer las condiciones óptimas para el tostado. El proceso lo realizó a temperaturas de 190 a 220 °C durante 10 a 40 min y fueron molidos con la finalidad de obtener partículas con tamaño menor (50 μm). Los resultados que obtuvieron evidenciaron que la solubilidad de la harina varió entre 2,45 y 23,61% teniendo un mayor porcentaje en la cebada y el ΔE entre 36,51 a 60,35 con el valor más alto en la arveja. Los autores indican que la temperatura de tostado tuvo efecto significativo ($P \leq 0,05$) en la solubilidad de la harina de arveja y cebada, además la temperatura y el tiempo mostraron un efecto significativo en la ΔE de las tres muestras. Finalmente

mencionan que las condiciones ideales de tostado para cada grano fueron diferentes y la mezcla más aceptable fue la compuesta por 63,64 % de cebada y 36,36 % de haba.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Arveja

La arveja (*Pisum sativum L*), es un tipo de legumbre de gran relevancia en la producción agrícola de varios departamentos del país, se cultiva principalmente en altitudes entre los 2,200 y 3,200 msnm en fincas de pequeños y medianos agricultores. Se encuentra tanto en estado fresco o verde como en grano seco o semilla y es muy valorada en una variedad de comidas típicas debido a su alto aporte nutricional (Rodríguez, 2020).

2.2.1.1. Origen. Se trata de una de las plantaciones más antiguas conocidas por la humanidad con un origen que se estima en las regiones montañosas del suroeste de Asia entre Afganistán e India, así como en Transcaucasia y Etiopía. Evidencias arqueológicas indican que las arvejas silvestres fueron consumidas hace aproximadamente 10,000 años a.C. estos hallazgos fueron realizados por un equipo de arqueólogos durante la exploración de la "Cueva Espíritu" localizada en los límites entre Birmania y Tailandia. En la actualidad, las importaciones de la arveja verde son relativamente escasas y proceden principalmente de Canadá, Chile y Estados Unidos. Por otra parte, el consumo de la arveja seca está abastecido por el mercado canadiense el cual suministra un aproximado de 40,000 toneladas anuales (Rodríguez, 2020).

La arveja tiene su origen en el oriente desde allí fue expandiéndose por Europa y Asia, ya en el segundo milenio a.C. se cultivó en Europa e India, sin embargo, no eran utilizados para el consumo humano debido a que se elaboraban piensos para animales a partir del tallo verde incluido las vainas, en el ciclo XVI se utilizó como alimento para el hombre de manera natural y procesada. Este cultivo se desarrolla en suelos con buena estructura, profundidad, ricos en nutrientes, drenados y de reacción ácida a neutra con clima templado y templado - frío,

en la germinación tienen resistencia a bajas temperaturas y su estado es crítico durante la floración de las vainas (Cordero, 2017).

2.2.1.2. Taxonomía. El nombre de la arveja varía según el idioma, en español los nombres comunes para esta especie son alverja, arveja, chícharo o guisante, sin embargo, en otros idiomas esta leguminosa es conocida por diferentes denominaciones: en inglés se le conoce como “pea”, en francés “pois”, en alemán “Erbse”, en italiano “pisello” y en portugués “ervilha”. Estas denominaciones que se le han dado reflejan la amplia distribución y el uso global de esta planta en distintas culturas y regiones lingüísticas (Suasnabar et al., 2021).

Tabla 1

Taxonomía de la arveja (Pisum sativum L)

Clase	Respuesta
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	Pisum
Especie	Sativum
Nombre científico	<i>Pisum sativum</i>
Nombre común	Arveja, guisante, chícharo

Nota. Datos tomados de Cuaical (2021).

2.2.1.3. Morfología. Según Suasnabar et al. (2021), la descripción morfológica de la arveja es la siguiente:

- **Raíz.** Las raíces secundarias de las arvejas se desarrollan a partir del sistema radicular pivotante de la planta. Posteriormente se generan raíces terciarias creando una estructura radicular de apariencia "fasciculada". La raíz pivotante de la arveja puede alcanzar profundidades entre 50 cm y 1 m, desde esta raíz primaria se originan las raíces secundarias que a su vez dan lugar a las raíces terciarias creando una compleja y extensa red radicular que brinda estabilidad y eficiencia en la absorción nutrientes del suelo y agua.

- **Tallo.** Presenta un tallo principal o eje central que tiene una base corta y se va engrosando hacia el ápice. Del tallo principal emergen otros tallos denominados secundarios que se generan a partir del nudo cotiledonar y se conocen comúnmente como ramas que varían en tamaño en función de factores genéticos, disponibilidad de agua, fertilidad del suelo y el método de siembra empleado. El tallo principal es erecto durante la fase anterior a la floración, pero se vuelve postrado debido al peso del follaje. Los tallos son de color verde o glauco y presentan una sección angular, son huecos y glabra.
- **Hojas.** Las dos primeras hojas de la planta de arveja son conocidas como “brácteas trifidas” y se desarrollan sobre el nudo cotiledonar ya sea de manera subterránea o aérea. En las etapas iniciales de desarrollo las hojas inferiores son bifoliadas y a medida que asciende por el tallo y las ramas evolucionan en complejidad presentando hasta seis folíolos con una forma ovalada y un margen dentado. En el ápice del raquis las hojas se transforman en estructuras delgadas y alargadas denominadas hojas modificadas o zarcillos los cuales son de mayor tamaño que el pecíolo, poseen una notable sensibilidad y cumplen un papel crucial en el soporte y anclaje de la planta permitiéndole trepar y estabilizarse en su entorno.
- **Flor.** La planta de arveja presenta una flor cleistógama, que está compuesta por una serie de estructuras florales especializadas. La flor se caracteriza por tener cinco sépalos y cinco pétalos junto con un pedúnculo que es hueco y de naturaleza delgada con una dimensión comprendida entre 1,5 y 2 cm. Así mismo, la flor de la arveja está organizada en diversas partes botánicas clave incluyendo el pedicelo, el cáliz, el androceo, la corola y el gineceo.
- **Fruto.** La planta de arveja es una legumbre denominada vaina con una forma aplanada, cilíndrica, bivalva y aplanada, exhibe una ligera curvatura en su sección

central y alberga en su interior un rango de dos a diez semillas. La vaina muestra una variedad de colores que incluyen verde claro, verde azulado, verde oscuro y verde blanquecino, dependiendo de su estado de maduración. En términos de dimensiones pueden alcanzar longitudes entre 4 a 12 cm y un ancho de 1 a 2 cm.

- **Semilla.** La semilla de la arveja tiene una forma esférica y varía en tamaño de acuerdo a su clasificación. Los granos pequeños tienen diámetros que rondan los 8 mm, los granos de tamaño mediano varían entre 8 y 10 mm y los granos grandes pueden superar los 10 mm. La superficie de las semillas puede ser lisa o presentar una textura rugosa con tonalidades que varían en función de la variedad específica y pueden ser verde claro, verde azulado, blanco cremoso, amarillo claro o gris. En términos de peso el conjunto de 1000 semillas presenta una masa entre 150 y 300 g de acuerdo al tamaño de cada grano.

Figura 1

Color de granos de arveja



Nota. (Suasnabar et al., 2021).

2.1.1.1. Composición química. La arveja es una panta herbácea que contiene una amplia fuente de minerales y carbohidratos que se detallan a continuación.

Tabla 2*Composición química de arveja (g/100 g de materia seca)*

Componente	Cantidad por cada 100 g de materia seca
Proximal	
Humedad	10,1 g
Proteína	22,9 g
Grasa	2,4 g
Fibra	4,4 g
Ceniza	2,7 g
Carbohidratos	58,8 g
Minerales	
Calcio (Ca)	96 g
Sodio (Na)	14,1 g
Potasio (K)	954 g
Magnesio (Mg)	132 g
Hierro (Fe)	7,4 g
Manganeso (Mn)	2,9 g
Cobre (Cu)	0,5 g

Nota. Datos tomados de Arenas (2022).

2.1.2. Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare L*), es un tipo de cereal cultivado en todo el mundo por su amplia adaptación ecológica (Ponce et al., 2020). Este alimento destaca por su alto contenido en carbohidratos especialmente en forma de almidón. La fibra viscosa tiene la capacidad de detener el colesterol y prevenir su inhibición en el tracto digestivo presentando un efecto beneficioso para la salud al contribuir con la reducción de los niveles de colesterol, así mismo, su consumo puede mejorar el metabolismo de los ácidos grasos favoreciendo así un perfil lipídico más saludable. Estos efectos medicinales hacen que la cebada sea de gran aporte en la

dieta no solo por su valor nutricional, sino también por sus propiedades funcionales que favorecen con la salud cardiovascular y el bienestar general. Además, los granos germinados de cebada tienen alto contenido de nutrientes fundamentales como la usina, el triptófano y las vitaminas del complejo B que desempeñan roles cruciales en el metabolismo y la salud general. Los granos tostados son valiosos para el procesamiento de extractos y bebidas instantáneas debido a su contenido en azúcares reductores, compuestos heterocíclicos y dextrinas que mejoran los productos derivados en sus aspectos nutricional y sensorial, además contribuyen con su solubilidad y estabilidad durante el almacenamiento. La combinación de estos nutrientes y compuestos bioactivos hace de la cebada un ingrediente fundamental en la industria alimentaria, en el consumo directo y en la elaboración de productos derivados (Villacrés, 2008).

Figura 2

Cebada (Hordeum vulgare L)



Nota. (Rubio, 2023).

2.1.2.1. Origen. La cebada ha sido cultivada desde tiempos inmemoriales y es probablemente el grano más antiguo en ser domesticado. Arqueólogos han descubierto restos de cebada en la región del Creciente Fértil en Mesopotamia lo que indica que su domesticación ocurrió alrededor del año 8000 a.C. Esta planta posee una notable gama ecológica gracias a su alta adaptabilidad permitiéndole crecer en una variedad de suelos desde el círculo polar ártico en Finlandia hasta las regiones calidas de la India a una altitud de 500 msnm y en los Andes ecuatorianos a altitudes superiores a los 3000 msnm (Ponce et al., 2020).

La cebada actual fue domesticada hace más de 7000 años a partir de la cebada que crecía de manera silvestre en el Oriente Medio y se cultivó selectivamente en Egipto (Salvador, 2015). Tiene su origen y domesticación en Asia y África expandiéndose luego su cultivo por Europa y introducida en el Perú aproximadamente en el año 1500 por los españoles convirtiéndose en uno de los cereales con mayor cultivo luego del maíz y el arroz. Además, más del 90 % de las familias dedicadas a su cultivo consumen la cebada en forma de morón, harinas, mashca, panes y hojuelas (Pinedo, Rojas, et al., 2020).

2.1.2.2. Taxonomía.

Tabla 3

Taxonomía de la cebada (Hordeum vulgare L)

Clase	Respuesta
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Genero	Hordeum
Especie	vulgare L.
Nombre científico	Hordeum vulgare L
Nombre común	Cebada

Nota. Datos tomados de Ponce et al. (2020).

2.1.1.1. Morfología. Según Pinedo et al. (2020), la descripción morfológica de la cebada es la siguiente:

- **Raíz.** Presenta un sistema radicular fasciculado fibroso y de corta profundidad dependiendo de la preparación del suelo y textura, fertilidad, estructura, humedad, profundidad de siembra y el cambio climático. La cebada cuenta con dos tipos de raíces denominadas seminales o primarias y adventicias o principales.

- **Tallo.** Tiene una estructura cilíndrica derecha compuesto por seis u ocho entrenudos de una blanda consistencia. Su altura puede variar desde 0,50 m a 1 m dependiendo de la variedad, así mismo la planta presenta hojuelas y un tallo esencial.
- **Hojas.** Formadas por la lamina y la vaina basal juntos por la corta y lígula truncada, la vaina y el punto de unión de limbo están presentes en la aurícula y la lígula. La lígula es de borde desigual con una delgada membrana blanquecina que se encuentra en contacto con el tallo, en cambio la aurícula muestra dos prominencias en modo de hoz atravesándose en la parte de reverso.
- **Flor.** La espiga contiene un raquis combinado por entrenudos que se conocen por contener espiguillas unifloras suministradas de raquillas, dos glumillas poseen cada espiguilla conocidas como palea y lemma que cubren los órganos sexuales. Si todas las espiguillas del nudo resultan ser fértiles se ocasiona una espiga conformada por seis hileras, mientras que al resultar las espiguillas centrales se dará origen una espiga con dos hileras en cada nudo.
- **Fruto.** Contiene un fruto seco que se le conoce como cariósipide, ya el grano seco se unen las paredes exteriores del ovario con las glumillas dando espacio a un grano de cebada.
- **Semilla.** El grano maduro se separa fácil a lo largo de la trilla cuando las glumillas no se pegan a la pared del ovario, fundamentalmente se logra diferenciar tres partes en el grano incluyendo el endospermo, el embrión que se encuentra en la zona dorsal del grano y las cubiertas.

2.1.1.2. Composición nutricional. Se trata de un cereal rico en carbohidratos, principalmente en almidón, los granos germinados tienen niveles altos de triptófano, usina y vitaminas del complejo B. Así mismo, los granos tostados de haba son una fuente importante

para el procesamiento de extractos y bebidas instantáneas gracias a su contenido en compuestos heterocíclicos, dextrinas y azúcares reductores (Barrionuevo, 2011).

Tabla 4

Composición nutricional de la cebada (Hordeum vulgare L)

Componente	Cantidad por cada 100 g de porción comestible
Calorías	350
Carbohidratos totales	75,3 g
Humedad	10,7 g
Proteína	10 g
Fibra	3,3 g
Grasa	2,1 g
Ceniza	1,9 g
Fósforo	318 mg
Niacina	13,96 mg
Hierro	5,6 mg
Calcio	37 mg
Tiamina	0,35 mg
Riboflavina	0,12 mg

Nota. Datos tomados de Barrionuevo (2011).

2.1.2. Habas

El haba (*Vicia faba*), es un cultivo que se produjo desde tiempos muy lejanos por sus frutos que son fuente de fibra, vitaminas, proteínas y minerales, son dicotiledóneas anuales, pertenecientes a la familia de las papilionáceas y su tiempo de desarrollo puede llegar hasta los 7 meses según la variedad (Prieto et al., 2007).

Su cultivo se ha extendido por América latina generalmente en países como Perú, Bolivia y Ecuador. Requiere de una temperatura alrededor de los 15 °C para su crecimiento es por ello que es importante el tipo de ambiente para su desarrollo. Así mismo, los granos tienen una longitud de 1 hasta 3 cm dependiendo de la variedad (Producción Agrícola, 1995; Huamán, 2019).

2.1.2.1. Origen. Su origen fue en el Norte de África como también en Asia Menor en estado silvestre y en el período neolítico alrededor del año 6000 a.C., fueron domesticadas, sin

embargo, al principio los egipcios no aceptaban esta legumbre ya que creían que las almas de los fallecidos se escondían dentro de ellas. Los romanos compartían esta creencia y consideraban a las habas como un alimento de mal augurio y funerario, a pesar de esto las habas fueron cultivadas junto con las lentejas destinadas como alimento para animales y con el pasar del tiempo se incorporaron a la dieta de romanos, egipcios y griegos. En el siglo XVI se habían distribuido por Europa cultivándose y formando parte de la dieta de la población y más adelante fue llevado por América gracias a los conquistadores españoles (Villaverde, 2017).

El haba tiene su origen en el medio Oriente y se ha extendió por la cuenca mediterránea siendo los romanos los primeros que clasificaron los tipos de haba, después se extendió por Asia y América con mayor cantidad en Ecuador, Méjico, Perú y Bolivia, otros indican que tuvo su origen en la región mediterránea y en el suroeste de Asia (Carrión, 2015). Este cultivo es reconocido a nivel internacional, tiene gran importancia en la nutrición y económica de las personas, las semillas obtenidas de las vainas se pueden consumir de manera fresca o en grano seco con un 25% de proteína (Guamba, 2021). La llegada del haba al Perú se dio con la conquista de los españoles quienes introdujeron en la sierra del Perú (Quispe, 2014).

2.1.2.2. Taxonomía.

Tabla 5

Taxonomía del haba (Vicia faba)

Clase	Respuesta
Reino	Plantae
Subreino	Viridiaeplantae
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Infradivisión	Angiosperma
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Superorden	Rosanae
Familia	Fabaceae
Genero	Vicia
Especies	Vicia faba

Nota. Datos obtenidos de Conabio (2012); Atacushi (2015).

2.1.2.3. Morfología. Según (Horque, 2004), la descripción morfológica del haba (*Vicia faba*) es la siguiente:

- **Raíz.** Es un sistema compuesto por una raíz principal profunda y vigorosa acompañada de numerosas raíces secundarias menos desarrolladas donde se genera los nódulos. La raíz principal es más gruesa y de ella se derivan otras raíces de menor grosor.
- **Tallo.** Presenta sección cuadrangular y glabras, son erguidos, robustos y fistulosos con una altura que varía de 0,50 a 180 m dependiendo al tipo de suelo, fertilidad y densidad de siembra. Su estructura es leñosa al llegar a la cosecha y puede tener hasta 12 macollos.
- **Hojas.** Contiene de 4 a 7 folíolos glabros con bordes anchos y faciales. El haz o cara superior de la hoja presenta un color verde intenso y la cara inferior o envés tiene una coloración menos intensa. El peciolo tiene forma alargada y aplanado hacia arriba, además permite la unión de la hoja al tallo.
- **Flor.** Se encuentran formadas en racimos pequeños y axilares de 2 a 12 flores, tienen simetría bilateral y zigomorfas. Tienen una coloración blanca, azuladas o cremosas con manchas negras en las alas y el cáliz tienen una tonalidad verde en forma cilíndrica unidos por 5 sépalos y finaliza en 5 lóbulos.
- **Fruto.** Las plantas presentan de 1 a 4 vainas por nudo, con una dimensión que varían de 5 a 30 cm, pueden contener de 2 a 6 semillas, son carnosas, alargadas y comprimidas. Inicialmente son de color verde y coriáceos oscuros cuando maduran.
- **Semilla.** Son de forma ovalada, superficie brillante, lisa y opaca, de colores muy variados incluyendo verde, negro, rojo, morado, pardo, blanco cremoso, blanco y grisáceo dependiendo de la variedad. Su tamaño varía desde un aproximado de 1,6 cm hasta 3,5 cm.

2.1.2.4. Composición nutricional. En la siguiente tabla se describe la composición nutricional del haba en estado crudo y cocido.

Tabla 6

Composición nutricional del haba (Vicia faba)

Composición nutricional	Por cada 100 (g) de fracción cruda	Por cada 100 (g) de fracción cocida
Agua (g)	10,89	71,54
Azúcares (g)	5,70	1,82
Calcio (mg)	103	36
Fibra (g)	25	5,40
Fósforo (mg)	421	125
Grasa (g)	1,53	0,40
Grasas saturadas (g)	0,254	0,112
Grasas monoinsaturadas (g)	0,303	0,079
Grasas poliinsaturadas (g)	0,627	0,279
Hierro (mg)	6,70	1,50
Hidratos de carbono (g)	58,29	19,65
Magnesio (mg)	192	43
Niacina (mg)	2,832	0,711
Potasio (mg)	1062	268
Proteínas (g)	26,12	7,06
Riboflavina (mg)	0,333	0,089
Sodio (mg)	13	5
Tiamina (mg)	0,555	0,097
Valor energético (Kcal)	341	110
Vitamina A (mg)	3	1
Vitamina B6 (mg)	0,366	0,072
Vitamina C (mg)	1,4	0,3
Vitamina K (µg)	9,0	2,9

Nota. Datos tomados de USDA (2018); Liñan (2021).

2.1.3. Germinación de granos

La germinación es un proceso en el cual el embrión de las semillas detenidas en la fase de maduración comienza a crecer en condiciones favorables de temperatura, humedad y respiración. Al remojar las semillas en agua se generan cambios metabólicos como la síntesis de proteínas, la respiración y la movilización de reservas, además la división y la prolongación del embrión provocan la ruptura de las cubiertas de las semillas. Sin embargo, las semillas en

estado de latencia no pueden germinar incluso estando en condiciones óptimas (Sánchez y Loayza, 2012). En este proceso las semillas se hidratan creando un proceso fisiológico y bioquímico que ayuda al crecimiento de la semilla. Por otra parte, la hormona giberelina se desplaza desde el embrión hasta la capa de aleuronag estimulando la producción y liberación de enzimas como amilasas y proteasas que actúan sobre las moléculas de almacenamiento en el endospermo liberando azúcares simples y aminoácidos (Marti et al., 2020; Paloma, 2024). Mediante los cambios generados en la composición se mejora la palatabilidad, la digestibilidad y la disponibilidad de ciertos nutrientes (López et al., 2017; Castillo, 2021). En la fisiología de semillas, la germinación es la salida de la radícula a través de la cubierta del grano y desde el enfoque visual es el proceso en donde el grano se ha encontrado en reposo después de su desarrollo (Miller, 2010; Símpalo, 2022).

Mediante la germinación de los granos se reactiva su metabolismo conduciendo al catabolismo y posteriormente a la degradación de compuestos antinutricionales y macronutrientes mejorando sus propiedades nutricionales (Ikram et al., 2021; Paloma, 2024). Además, los granos germinados contienen una fuente rica en aminoácidos esenciales, vitaminas y ácidos grasos insaturados que enriquece las propiedades de sus productos derivados (Safonova et al., 2018; Paloma, 2024).

2.1.3.1. Fases de la germinación. Según Pita y Pérez (1998), las fases son las que se describen a continuación:

- **Imbibición.** Es la primera etapa de la germinación donde el agua ingresa en el interior de la semilla. En algunas leguminosas el tiempo de absorción del agua puede ser mayor debido a la dureza de las cubiertas seminales. Una vez que la semilla se ha hidratado mediante la absorción de agua se da inicio a diversos procesos metabólicos cruciales en la germinación siempre que la semilla se encuentre en un entorno adecuado. Cuando las semillas experimentan un déficit

hídrico la velocidad de germinación tiende a ser menor y pueden ser más frágiles a las plagas generadas por hongos. Por otra parte, el embrión puede dejar de recibir oxígeno debido al exceso de agua.

- **Germinación "sensu stricto"**. En esta etapa las semillas reducen la absorción de agua permitiendo una activación generalizada del metabolismo. Este incremento en la actividad metabólica es crucial ya que prepara la semilla para la fase final de la germinación. Durante este período aumentan diversos procesos vitales como la síntesis de enzimas, la respiración celular y la movilización de reservas nutritivas acumuladas en los cotiledones o en el endospermo.
- **Crecimiento**. La tercera y última fase de la germinación de semillas en donde se genera el crecimiento y la salida de la radícula mediante las cubiertas seminales. En esta etapa la radícula rompe las cubiertas seminales creando el comienzo del desarrollo de la planta. En este proceso se genera un gasto significativo de energía obtenido a través de la movilización de las reservas nutritivas encontradas en la semilla. Una vez que la radícula emerge se establece como la primera raíz para la absorción de agua y nutrientes del suelo que son esenciales para el crecimiento inicial de la planta.

2.1.3.2. Efecto de la germinación en la solubilidad de harinas. En el proceso de germinación de granos se generan diversos cambios como la hidrólisis de las proteínas y el aumento de los aminoácidos libres influyendo en el incremento de la solubilidad en agua de las harinas que es una característica fundamental en la elaboración de productos puesto que se genera una mejor estabilidad debido al rendimiento de los hidrocoloides en sistemas de dispersión mediante la disminución en la difusión de masa. Además, los procesos de remojo y germinación descomponen los polisacáridos en moléculas de monosacáridos generando el aumento de los sitios activos para la conexión con el agua (Vilcanqui et al., 2021).

2.1.3.3. Influencia de la germinación de granos en su composición nutricional. El proceso de germinación de legumbres y cereales soy muy requeridos en países asiáticos para la elaboración de harinas, panes, galletas, pastas, barras, ensaladas y otros productos que son apreciados por los consumidores gracias a que poseen bajo contenido de carbohidratos y ricos en vitaminas (Luo Y Xie, 2014; Torres et al., 2018). Este proceso mejora el contenido de vitaminas del grupo B, la fibra dietaria, el ácido ascórbico, la digestibilidad del almidón y proteínas, la disponibilidad de minerales, incrementa la funcionalidad de las semillas mediante el aumento de los compuestos bioactivos y elimina factores antinutricionales como los alfa galactósidos, polifenoles, fitatos, taninos e inhibidores de tripsinay proteasas (Donkor et al., 2012; Luo y Xie, 2014; Torres et al., 2018).

En la germinación se generan cambios en el desplazamiento de las proteínas de reserva que se encuentran en las fracciones proteicas de los cotiledones, en la distribución de los metabolitos secundarios y en el contenido de aminoácidos creando péptidos de peso molecular intermedio (Wilson et al., 1986; Torres et al., 2018). Este proceso es empleado para aumentar el potencial antioxidante, el valor nutricional y las propiedades nutraceuticas (Fernández et al., 2006; Torres et al., 2018).

2.1.4. Tostado

El tostado consiste en el calentamiento de granos de cereales, legumbres y otros a distintos tiempos y temperaturas de manera seca y húmeda dependiendo a las temperaturas que se les aplique (Gutiérrez, 2021).

Mediante este proceso los granos modifican sus características físicas y químicas, es por ello que el grado y velocidad de tueste son importantes para identificar las propiedades de sabor y color (Porrás et al., 2019). Así mismo, el tostado influye en el peso del grano por lo que es de gran importancia aplicar parámetros óptimos de temperatura, tiempo y velocidad en función al tipo de grano para obtener harinas de buena calidad sensorial. (Lares et al., 2012).

Por otra parte, el tostado genera un oscurecimiento adicional más allá del que ocurre en las etapas de fermentación y secado. Este oscurecimiento se debe a diversas reacciones como la oxidación y polimerización de polifenoles, las reacciones de Maillard y la degradación de proteínas. El sabor y aroma están influenciados por las diferentes condiciones de tostado a los que se exponen los granos (Aldave, 2016).

2.1.5. Harinas

Las harinas son polvos refinados obtenidos de la molienda de cereales, legumbres y otros granos que tienen alto contenido de almidón. Este producto mayormente se obtiene del trigo, aunque también existen otras provenientes de cereales como el arroz, maíz, centeno y cebada, además de legumbres como el haba, arveja, soja y de raíces como la patata. En todas las fuentes de harinas se tienen en común el contenido de almidón (Quintanilla, 2022).

El proceso de molido se realiza mediante molinos con rodillos dentados los cuales trituran los granos en partículas pequeñas dependiendo al uso se le quiera dar (Luisetti, 2022). En el caso del trigo primero se realiza la separación del salvado del grano y el germen del endospermo y luego se tritura para la obtención de la harina. La molienda del grano tiene dos etapas la ruptura y reducción, en ambas se obtiene un porcentaje de harina y un porcentaje de partículas de mayor tamaño que se les somete a una purificación mediante la clasificación del tamaño a través de purificadores y tamices (Sifre et al., 2019).

2.1.6. Solubilidad de harinas

La solubilidad es una característica que indica la cantidad máxima de sólidos que se disuelven al integrar agua con muestras de harinas creando una solución consistente y viscosa. Esta característica también permite medir el grado y velocidad en que las partículas se disuelven por lo que es de gran importancia su medición para la obtención de harinas instantáneas (López et al., 2021).

La solubilidad es una característica muy importante en la obtención de las harinas destinadas a la formulación de bebidas instantáneas, sin embargo, existe procesos que influyen directamente como la germinación en donde se activan diversas enzimas que generan cambios en la composición química del grano evidenciando mejoras en la solubilidad (Gamarra, 2021). Por otra parte, en el tostado las condiciones adecuadas contribuyen a la degradación del contenido de proteínas y gelatinización de almidones creando partículas pequeñas que son más solubles en agua (Puerta, 2011).

2.1.7. *Parámetros de color en harinas*

El color de las harinas es una de las primeras cualidades evaluadas por los consumidores representado un indicador de la calidad. Los parámetros de color son medidas numéricas y visuales del grado de coloración de las harinas y se determinan mediante el sistema CIELab que está compuesto con valores de luminosidad (L^*), rojo a verde (a^*) y amarillo a azul (b^*) (Astiz et al., 2022).

En la elaboración de bebidas instantáneas la determinación de los parámetros de color incluyendo los análisis de diferencial de color e índice de blancura son importantes debido a que los procesos de germinación y tostado generan diversos cambios en la composición de los granos. En la germinación se activan distintas enzimas y aumentan la disponibilidad de proteínas y almidones (Torres et al., 2018). Así mismo las condiciones de tostado puede generar reacciones como el pardeamiento no enzimático el cual disminuye la luminosidad generando colores más oscuros en las harinas. Todos estos cambios determinan la aceptabilidad de la bebida instantánea debido a que el color influye en el sabor y calidad de las harinas (Craig et al., 2018; Rubio et al., 2022).

2.1.8. *Bebidas instantáneas*

Las bebidas son todos los líquidos consumidos por las personas incluyendo el agua, sin considerar los productos líquidos diseñados para reemplazar comidas en programas de control

de peso, así como las sopas que fueron excluidas debido a que en cuanto a saciedad y compensación en la dieta actúan más como alimentos sólidos (Rivera et al., 2008; Sánchez, 2022).

Las bebidas instantáneas son productos elaborados a partir de harinas o almidones de cereales y legumbres deshidratadas, en polvo o granuladas, además pueden contener otros ingredientes incluyendo saborizantes, azúcares, edulcorantes, leche, frutas o vegetales deshidratados, chocolate y vainilla. Estas bebidas se definen como una mezcla que al integrarlo en agua caliente se solubilizan e hinchan rápidamente creando una solución viscosa y sin presencia de grumos (García y Pacheco, 2010).

2.1.9. Aceptabilidad general

Es una medida que determina la impresión global de un producto por parte de los panelistas, para ello se utiliza una escala hedónica con cierta cantidad de puntos con el objetivo de determinar cuál de las muestras tiene mayor aceptación. Este análisis presenta la ventaja de no requerir la descripción detallada de las propiedades sensoriales como el sabor, olor, color, textura, etc., enfocándose únicamente en la aceptación general. Sin embargo, tiene la desventaja de que los panelistas puedan asignar la puntuación a su propio criterio lo que implica un nivel de interpretación personal en las evaluaciones (Aguilar et al., 2014). Para el análisis de aceptabilidad general de la bebida instantánea resulta más conveniente el uso de panelistas sin ningún tipo de entrenamiento para obtener una mejor percepción de los consumidores en el mercado (Marques et al., 2022).

Los procesos de germinación y tostado tienen efecto en la aceptación de las bebidas instantáneas dado que al germinar los granos se mejora la calidad sensorial, el valor nutricional y la bioactividad que está limitada debido a los oxalatos y fitatos que reducen durante este proceso, no obstante, un tiempo de germinación prolongado puede afectar su calidad (Troszynska et al., 2007). Por otra parte, el grado de calor aplicado en el tostado genera

hidrólisis en los granos eliminando residuos de compuestos fenólicos y ácido quínico que originan el sabor amargo en la bebida (Huaccha, 2016).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Germinación

La germinación es un proceso en donde el embrión de las semillas detenido en la fase de maduración comienza a crecer en condiciones adecuadas temperatura, humedad y respiración. Al remojar las semillas en agua se generan cambios en el metabolismo como la respiración, la movilización de reservas y la síntesis de proteínas. Además, la división y la elongación del embrión provocan la ruptura de las cubiertas de las semillas, sin embargo, algunas semillas al encontrarse en estado de latencia no pueden germinar incluso en condiciones óptimas (Sánchez y Loayza, 2012).

2.2.2. Tostado

Es un proceso donde los cereales y legumbres se someten a calor a diferentes tiempos y temperaturas con la finalidad de eliminar la humedad produciendo reacciones químicas que generan compuestos volátiles y no volátiles que conforman las propiedades organolépticas de las bebidas como el sabor, aroma y color. Mediante el tostado los granos pierden peso y aumentan su volumen producto de la liberación de gases y evaporación de agua (Campo y Gaviria, 2019).

2.2.3. Solubilidad

La solubilidad se define como el porcentaje de harina (solute) que se puede disolver en agua caliente (disolvente) (Alvarado y Valenzuela, 2020). Se puede expresar en porcentaje de soluto, moles por litro y gramos por litro, si se supera esta capacidad se obtiene una solución sobresaturada (Matthew et al., 2023).

2.2.4. Diferencial de color

Es el cambio de color que se perciben entre dos muestras de harinas por medio del sistema CIELAB, compuesto con valores de luminosidad (L^*), rojo a verde (a^*) y amarillo a azul (b^*). Para la medir los valores de color se requieren de equipos como el espectrofotómetro y el colorímetro (Astiz et al., 2022).

2.2.5. Índice de blancura

Es la medida del grado de blancura de las harinas y otras muestras combinando de manera cuantitativa la luminosidad y el amarillo azul en un solo termino, determinando los parámetros de color con la aplicación de un espectrofotómetro o un colorímetro (Milovanovic et al., 2020).

2.2.6. Bebida instantánea

La bebida instantánea es un producto elaborado a partir de la dilución de las harinas de granos de cereales y legumbres en agua hervida a temperatura de 80 °C. Al añadir la harina en agua caliente se solubiliza incrementando su volumen y creando una solución viscosa sin grumos. Estas bebidas tienen alto valor nutricional siendo una alternativa para remplazar a las bebidas tradicionales (Waldo, 2015).

2.3. Hipótesis

El tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado mejorará la solubilidad, los parámetros de color y la aceptabilidad general de una bebida instantánea de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*)

2.4. Operacionalización de variables

En la Tabla 7, se muestra la definición de variables, definición operacional, indicadores, dimensión y verificación.

Tabla 7*Operacionalización de variables*

Variab les	Definición Operacional	Indicadore s	Dimensi ón	Verificación	instrument os
Variab les independientes					
Tiempo de germinación	Periodo de tiempo en el que los granos son germinados	Tiempo (h)	24, 48, 72, 96 y 120 (h)	Registro de tiempo (cuantitativa)	Cronómetro
Tiempo de tostado	Periodo de tiempo en el que los granos son tostados	Tiempo (min)	23 a 66 min	Registro de tiempo (cuantitativa)	Cronómetro
Temperatura de tostado	Grado de calor aplicado en el tostado	Temperatura (°C)	163 a 206 °C	Registro de temperatura (cuantitativa)	Estufa
Proporción de harina tostada	Peso de harinas de cada grano como porcentaje del total de la mezcla	Proporción de harina tostada de arveja, cebada y haba	0 – 100 %	Registro de tabla de diferentes proporciones	Balanza
Variab les dependientes					
Solubilidad	Porcentaje de harina que se disuelve en agua	% Solubilidad	(mg/g materia seca)	Registro de solubilidad (cuantitativa)	-
Parámetros de color	Medidas que describen las características de color	ΔE^* y WI	L*, a*, b*	Registro de valores en el colorímetro	Colorímetro
Aceptabilidad general	Satisfacción general del producto por los panelistas	Escala hedónica	De 1 a 9 puntos	Registro de aceptabilidad (cuantitativa)	Fichas de evaluación

Nota. ΔE^* corresponde al diferencial de color y WI representa el índice de blancura.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

Se trató de una investigación aplicada de nivel explicativo ya que su propósito fue determinar el efecto del tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad, parámetros de color y aceptabilidad general de una bebida instantánea de arveja (*Pisum sativum* L), cebada (*Hordeum vulgare* L) y haba (*Vicia faba*)”

3.2. Diseño de investigación

La investigación es de diseño experimental puesto que se recogió información mediante ensayos de las variables estudiadas (Figura 3) e involucró tres etapas:

Primera etapa. En esta etapa se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) donde la variable independiente fue el tiempo de germinación (24, 48, 72, 96 y 120 h) de los granos de arveja, cebada y haba y se evaluó la solubilidad de los granos germinados.

Segunda etapa. En esta etapa se utilizó un Diseño Central Compuesto Rotacional (DCCR) con metodología de Superficie de Respuesta con 5 repeticiones. Para ello, los granos germinados con mejor solubilidad fueron tostados a temperaturas entre 163 – 206 °C y tiempos de 23 – 66 min a fin de obtener las harinas con alta solubilidad y parámetros de color (diferencial de color y índice de blancura):

Tabla 8

Valores aplicados en el Diseño Central Compuesto Rotacional

Factor	Niveles codificados y no codificados				
	-1,41	-1	0	1	1,41
Temperatura (°C)	163,79	170	185	200	206,21
Tiempo (min)	23,79	30	45	60	66,21

Tabla 9

Tratamientos que se realizó en el Diseño Central Compuesto Rotacional

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Solubilidad	Parámetros de color	
						ΔE^*	WI
1	-1	-1	170	30			
2	1	-1	200	30			
3	-1	1	170	60			
4	1	1	200	60			
5	-1,41	0	163,79	45			
6	1,41	0	206,21	45			
7	0	-1,41	185	23,79			
8	0	1,41	185	66,21			
9	0	0	185	45			
10	0	0	185	45			
11	0	0	185	45			
12	0	0	185	45			
13	0	0	185	45			

Tercera etapa. En esta etapa se realizó un Diseño de Mezclas Centroide Simple con 5 repeticiones mediante el cual se formuló la bebida instantánea a partir de las mezclas de las harinas de los tres granos en condiciones óptimas y de esta manera se determinó su aceptabilidad general de la bebida instantánea.

Tabla 10

Tratamientos que se realizó en el Diseño de Mezclas Centroide Simple

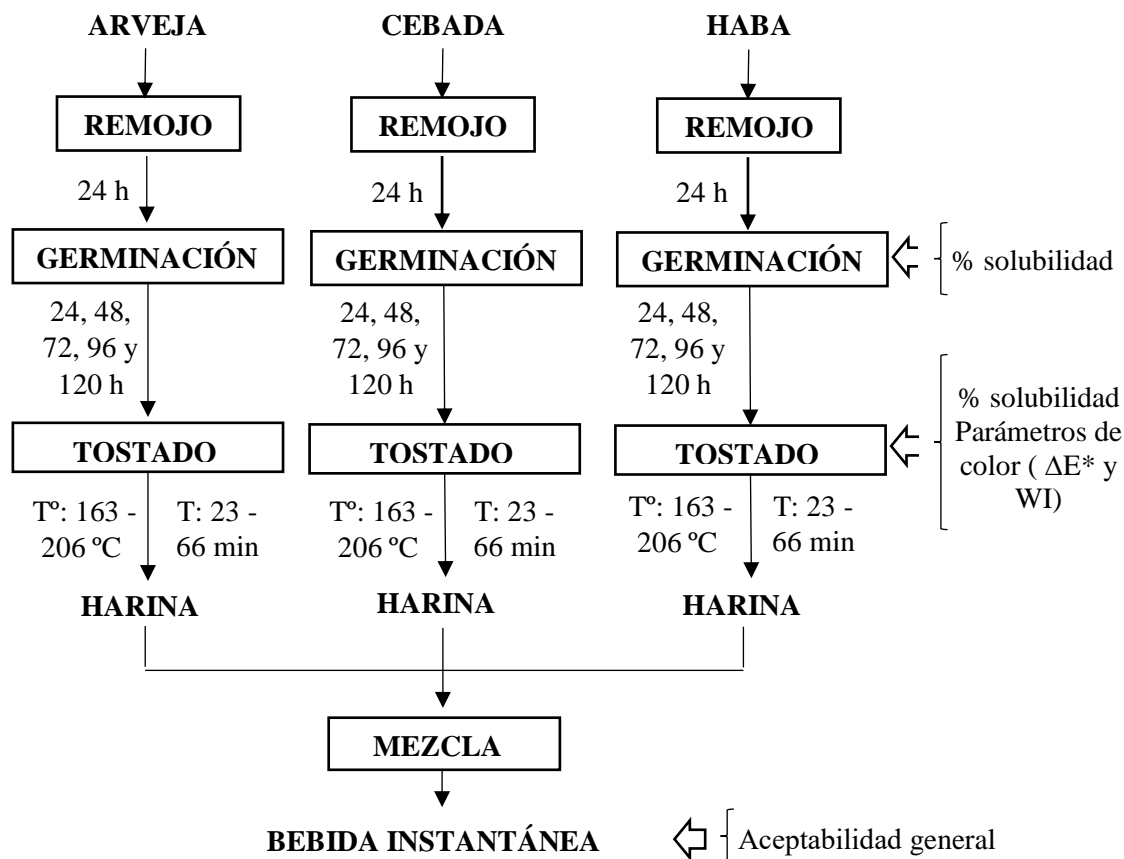
Tratamiento	Datos codificados			Datos sin codificar (porcentaje)		
	Harina arveja	Harina cebada	Harina de haba	Harina arveja	Harina cebada	Harina de haba
1	1	0	0	100	0	0
2	0	1	0	0	100	0
3	0	0	1	0	0	100
4	0,5	0,5	0	50	50	0
5	0,5	0	0,5	50	0	50
6	0	0,5	0,5	0	50	50
7	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33
8	0,6667	0,1667	0,1667	66,67	16,67	16,67
9	0,1667	0,6667	0,1667	16,67	66,67	16,67
10	0,1667	0,1667	0,6667	16,67	16,67	66,67
11	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33
12	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33
13	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33

3.3. Métodos de investigación

La investigación consistió en el empleo método cuantitativo ya que se recopilaron datos numéricos a través de los experimentos realizados para la obtención de los resultados.

Figura 3

Esquema experimental que se utilizó en la investigación



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población en estudio son las habas, arvejas y cebadas adquiridas del mercado mayorista Julio Vásquez Acuña del distrito de Chota.

3.4.2. Muestra

Se empleó un total de 18 kg correspondiente a 6 kg de cada uno de los granos estudiados (arveja, cebada y haba).

3.4.3. Muestreo

Se realizó mediante un muestreo aleatorio simple para seleccionar la muestra total y las muestras específicas para cada tratamiento.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Proceso de remojo

En el proceso de remojo se empleó la metodología de Nguyen y Nguyen (2024), con algunas modificaciones. Las muestras de arveja, cebada y haba fueron lavadas con agua con solución de NaClO al 1 % para desinfectar y eliminar la suciedad, luego se enjuagó con abundante agua para eliminar la solución química y se dejó remojar las muestras en relación de 1 de grano: 2 de agua por 24 h a temperatura ambiente.

3.5.2. Proceso de germinación

Se siguió la metodología de Paloma (2024), con algunas modificaciones. Los granos fueron escurridos y esparcidos sobre bandejas de aluminio dentro de una incubadora marca VELP Científica modelo F10400320 acondicionada para proporcionar humedad mediante una base de agua fría, un ventilador de PC silencioso para uniformizar y un termohigrómetro para su medición. El proceso se realizó a temperatura de 25 °C con humedad controlada de 80 – 90 % en ausencia de luz.

3.5.3. Proceso de tostado

Se utilizó la metodología de Rubio et al. (2022), con algunas modificaciones. Previo al tostado los granos fueron secados a 80 °C por 4 y se retiró los brotes. Finalmente, las muestras se tostaron en una estufa marca BINDER a temperaturas entre 163 – 206 °C por tiempos de 23 – 66 min.

3.5.4. Determinación de la Solubilidad

El análisis de solubilidad se realizó mediante el método utilizado por Álvarez (2016), con ligeras modificaciones. En un tubo de centrifuga seco, limpio y rotulado se pesó 1g de

harina en base seca y se añadió 5 ml de agua a 80 °C. Luego la mezcla se agitó durante 20 segundos utilizando un agitador tipo Vortex, se adicionó otros 5 ml de agua para que no queden partículas en la pared del tubo y se dejó reposar durante 10 min a temperatura ambiente. Seguidamente la mezcla se centrifugó a 5000 rpm a 25 °C durante 15 min, se retiró el tubo de la centrifuga, se vertió el sobrenadante en una placa Petri (secada y tarada) y se dejó secar a 105 °C durante 4 h.

El porcentaje de solubilidad se calculó en base de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de solubilidad} = \frac{\text{Peso del residuo evaporado (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

3.5.5. *Parámetros de color*

– **Diferencial de color**

En el análisis del diferencial de color (ΔE^*) se empleó la metodología de (Dussán et al., 2019), con una ligera modificación. Se empleó un espectrofotómetro marca Peak Instruments, modelo E – 3000UV, con un rango espectral de 190 a 1100 nm, previamente calibrado y se realizó el siguiente procedimiento.

Se colocó las muestras en una Placa Petri y se identificó las medidas por triplicado expresadas en el sistema CIE-L* a* b*.

El diferencial de color se determinó empleando la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2}$$

Donde:

- L* = luminosidad
- a* = rojo a verde
- b* = azul a amarillo
- L, a y b = valores de las harinas sin tostar

– **Índice de blancura**

El análisis de índice de blancura (WI), se realizó mediante la metodología de Crosa et al. (2014). Para las medidas L^* , a^* y b^* se utilizó el mismo equipo del análisis de diferencial de color y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$WI = 100 - \sqrt{((100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2})}$$

3.5.6. Aceptabilidad general

Para determinar la aceptabilidad general se empleó la metodología utilizada por (Pérez, 2016). El análisis se ejecutó con 110 panelistas sin ningún entrenamiento quienes calificaron las muestras según una escala hedónica de nueve puntos (Tabla 11).

Tabla 11

Escala hedónica de cinco puntos

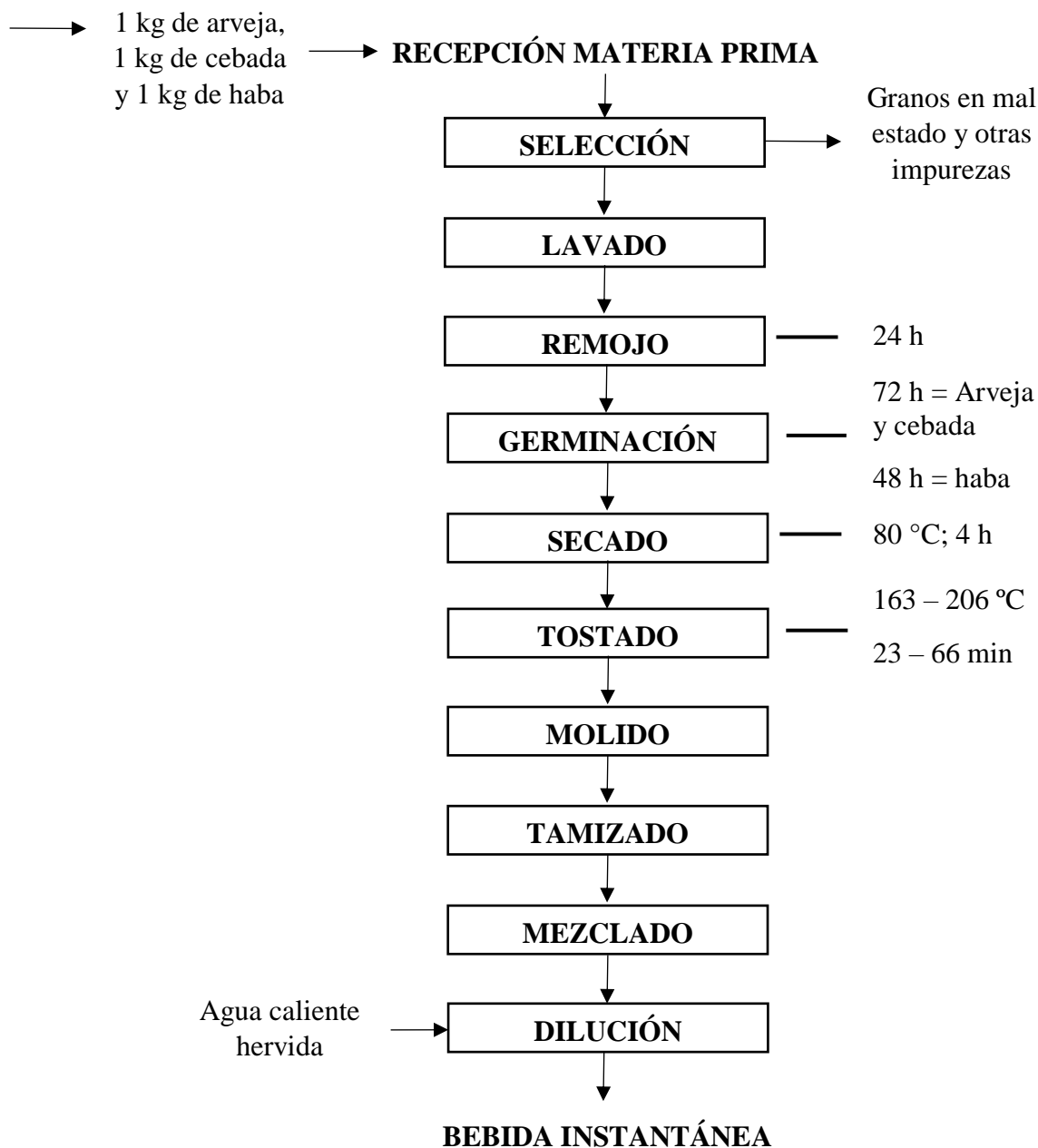
Criterio	Puntaje
Me gusta extremadamente	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me desagrada ligeramente	4
Me desagrada moderadamente	3
Me desagrada mucho	2
Me desagrada extremadamente	1

3.5.7. Elaboración de la bebida instantánea

El proceso de elaboración se realizó mediante el flujograma que se muestra a continuación (Figura 4).

Figura 4

Flujograma para la elaboración de una bebida instantánea



3.5.7.1. Descripción del diagrama de flujo.

- **Recepción de materia prima:** se recibió 1 kg de granos de arveja, cebada y haba adquiridos del mercado Julio Cesar Vásquez Acuña del distrito de Chota.
- **Selección:** se seleccionó las materias primas con mejor calidad retirando los granos dañados, podridos y otras impurezas presentes.

- **Lavado:** Se realizó el lavado con hipoclorito de sodio al 1% con el propósito de eliminar la suciedad y las impurezas presentes.
- **Remojo:** se realizó el proceso de remojo en agua en relación 2 agua:1 grano por un tiempo de 24 h.
- **Germinación:** se realizó en una incubadora marca VELP Científica modelo F10400320, acondicionada para proporcionar humedad mediante una base de agua fría, un ventilador de PC silencioso para uniformizar y un termohigrómetro para su medición. El proceso se realizó a temperatura de 25 °C con humedad controlada de 80 – 90 % por tiempos de 72 h en arveja y cebada y 48 h en haba, en oscuridad.
- **Secado:** se realizó en un deshidratador del laboratorio a 80 °C por 4 h con la finalidad de eliminar la humedad presente en los granos.
- **Tostado:** este proceso se realizó en una estufa marca Binder a 206 °C por 44 min en arveja, 196 °C por 66 min en cebada y 206 °C por 66 min en haba.
- **Molido:** mediante un pulverizador del laboratorio se realizó la molienda de los tres tipos de granos.
- **Tamizado:** se realizó en un tamiz de 125 µm con la finalidad de obtener partículas de menor tamaño.
- **Mezclado:** en base a las combinaciones de harinas obtenidas en el diseño de mezclas, se homogenizó mediante agitación manual en recipientes de vidrio y se guardó recubierto con papel aluminio.
- **Dilución:** una vez obtenido las mezclas se realizó la dilución en agua caliente a 80 °C en proporción de 5,5 % y 4 % de azúcar.
- **Bebida instantánea:** se obtuvieron las bebidas instantáneas a las cuales se realizó el análisis de aceptabilidad general.

3.5.8. Instrumentos para la Recolección de datos

En la Tabla 12 se muestran los instrumentos utilizados para la recolección de datos de la investigación.

Tabla 12

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Análisis	Técnica	Instrumentos	Recolección de datos
Solubilidad y parámetros de color de harinas de arveja, cebada y haba	Análisis experimental Análisis estadístico	– Protocolos de análisis – Laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de Chota	Datos de: • % de solubilidad • ΔE^* • WI
Aceptabilidad general de una bebida instantánea a base de harinas de arveja, cebada y haba germinados	Análisis sensorial Análisis experimental Análisis observacional Análisis estadístico	– Fichas de análisis sensorial – Laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de Chota – Protocolos de elaboración y análisis	• Aceptabilidad general

Nota. ΔE^* representa el diferencial de color y WI corresponde al índice de blancura.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En la primera etapa se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA para evaluar la solubilidad de las harinas de los tres granos. Las medias obtenidas fueron comparadas utilizando el test de Tukey usando el programa Minitab. En la segunda y tercera etapa el análisis de varianza se realizó mediante el software Statistica 7.0. (Rubio et al., 2022) para los análisis de solubilidad, diferencial de color, índice de blancura y aceptabilidad general. Se consideraron diferencias significativas a $p < 0,05$.

3.7. Aspectos éticos

Se respetaron los principios del código de ética para la investigación científica de la Universidad Nacional Autónoma de Chota con aprobación según la resolución de comisión organizadora N° 301-2023-UNACH considerando los aspectos como confidencialidad, derecho de los participantes y participación voluntaria o retiro.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Resultados del análisis de solubilidad de granos de arveja, cebada y haba

germinados

En la Tabla 13, se muestra el porcentaje de solubilidad de granos de arveja, cebada y haba que han pasado por un proceso de germinación a distintos tiempos en condiciones controladas (Temperatura = 25 °C; humedad = 80 – 90 %). Los resultados muestran el incremento de la solubilidad hasta las 72 h de germinación en granos de arveja (22,11 %) y cebada (25,70 %) luego a las 96 y 120 h disminuye. Por otra parte, los granos de haba tuvieron un comportamiento diferente con valores estables después de las 24 h, siendo a las 48 h el tiempo intermedio de los valores más altos.

Tabla 13

Prueba de Tukey de la solubilidad de granos de arveja, cebada y haba germinados

Tiempo de germinación	Harina Arveja (% solubilidad)		Harina de Cebada (% solubilidad)		Harina de haba (% solubilidad)	
0 h	7,33±1,56	C	8,33±0,58	E	7,68±1,56	B
24 h	17,43±0,64	B	16,75±1,40	D	24,07±1,36	A
48 h	17,79±0,25	B	21,20±1,10	BC	24,53±0,63	A
72 h	22,11±1,19	A	25,70±0,93	A	25,54±0,61	A
96 h	18,95±0,19	B	23,94±1,57	AB	23,15±1,60	A
120 h	18,01±0,99	B	19,65±1,76	CD	22,70±1,45	A

Nota. Las letras A, B, C, D y E representan las agrupaciones mediante la comparación de medias de Tukey.

Los resultados de la prueba de Tukey muestran que los mejores tiempos de germinación en función a la solubilidad están representados por el grupo A. La arveja y cebada alcanzaron valores más altos a las 72 h de germinación mientras que el haba presentó más de una media con el grupo A por lo que fue elegido como tiempo óptimo 48 h siendo el punto intermedio de los tres valores altos.

El tiempo de germinación tiene efecto significativo sobre la solubilidad de arveja, cebada y haba por lo que se mostraron variaciones significativas entre las medias de la variable dependiente ($p = 0,000$).

Tabla 14

Análisis de varianza de la variable porcentaje de solubilidad en distintos tiempos de germinación de granos de arveja, cebada y haba.

Fuente	Arveja			Cebada			Haba		
	SC Ajust.	MC Ajust.	Valo r p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valo r p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valo r p
Tiempo de germinación (h)	375,47 8	75,095 6	0,00 0	579,0 6	115,81 3	0,00 0	681,8 6	136,8 6	0,00 0
Error	8,472	0,7060	.....	19,82	1,652	.....	17,22	1,435	.....
Total	383,95 0	.....	.....	598,8 8	.....	.....	699,0 8	.....	.....
R ²			0,98			0,97			0,98
R ² ajustado			0,97			0,95			0,97

4.1.2. Evaluación de la solubilidad y parámetros de color

Los resultados del porcentaje de solubilidad y parámetros de color que incluyó el diferencial de color (ΔE^*) y el índice de blancura (WI) de las harinas de arveja, cebada y haba germinados en tiempos óptimos y tostados a diversos tiempos y temperaturas se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15

Determinación de la solubilidad y parámetros de color (diferencial de color y índice de blancura) de harinas de arveja, cebada y haba

T	T° (°C)	Ti (min)	Arveja			Cebada			Haba		
			S (%)	ΔE*	WI	S (%)	ΔE*	WI	S (%)	ΔE*	WI
1	170	30	21,38± 1,15	1,82±0 ,05	79,81± 0,13	19,93± 1,15	9,77±0 ,04	70,29± 0,04	18,84± 0,58	3,68±1 ,44	76,68± 1,71
2	200	30	23,19± 1,15	1,63±0 ,09	79,21± 0,09	25,36± 1,53	7,06±0 ,05	73,01± 0,05	14,86± 0,58	15,85± 0,07	63,70± 0,06
3	170	60	18,12± 0,58	5,76±0 ,14	73,69± 0,17	17,75± 1,53	16,32± 0,08	63,70± 0,08	15,94± 1,15	12,39± 0,19	67,08± 0,38
4	200	60	15,22± 1,00	23,88± 0,29	56,03± 0,22	18,48± 1,00	27,19± 0,49	52,91± 0,49	12,68± 0,58	29,49± 0,22	50,89± 0,27
5	163, 79	45	21,01± 0,58	2,58±0 ,18	77,13± 0,21	18,84± 0,58	11,06± 0,11	69,11± 0,11	24,28± 1,15	2,19±0 ,14	79,28± 0,08
6	206, 21	45	17,39± 1,00	17,72± 0,10	61,89± 0,10	19,93± 1,53	27,14± 0,03	52,95± 0,04	13,41± 0,58	26,95± 0,46	52,94± 0,22
7	185	23, 79	20,29± 1,15	4,32±0 ,13	75,22± 0,13	19,2±1 ,15	9,39±0 ,16	70,70± 0,16	21,74± 1,00	3,34±0 ,08	77,08± 0,08
8	185	66, 21	15,58± 1,15	17,76± 0,24	61,81± 0,23	28,62± 1,15	20,06± 0,55	59,98± 0,55	18,12± 1,15	14,53± 0,18	64,87± 0,23
9	185	45	18,84± 0,58	13,45± 0,97	66,33± 0,97	16,67± 1,15	13,7±0 ,26	66,38± 0,26	17,3 9±1,00	8,31±0 ,15	71,17± 0,15
10	185	45	18,48± 1,00	8,81±0 ,23	70,52± 0,25	17,03± 1,15	16,04± 0,19	64,01± 0,21	16,67± 1,53	10,42± 0,06	68,96± 0,12
11	185	45	18,84± 1,15	4,28±0 ,56	75,30± 0,66	17,75± 0,58	11,53± 0,19	68,58± 0,20	15,94± 1,15	9,6±0, 07	69,90± 0,06
12	185	45	19,93± 0,58	5,72±0 ,21	73,75± 0,24	17,75± 1,53	13,75± 0,17	66,60± 0,18	15,94± 1,15	11,25± 0,12	68,18± 0,13
13	185	45	17,75± 1,15	7,67±0 ,24	71,72± 0,24	15,94± 0,58	16,03± 0,19	64,08± 0,20	14,49± 1,53	12,22± 0,35	67,23± 0,40

Nota. To = Tratamientos; T° = Temperatura; Ti = Tiempo; S = Solubilidad; ΔE* = Diferencial

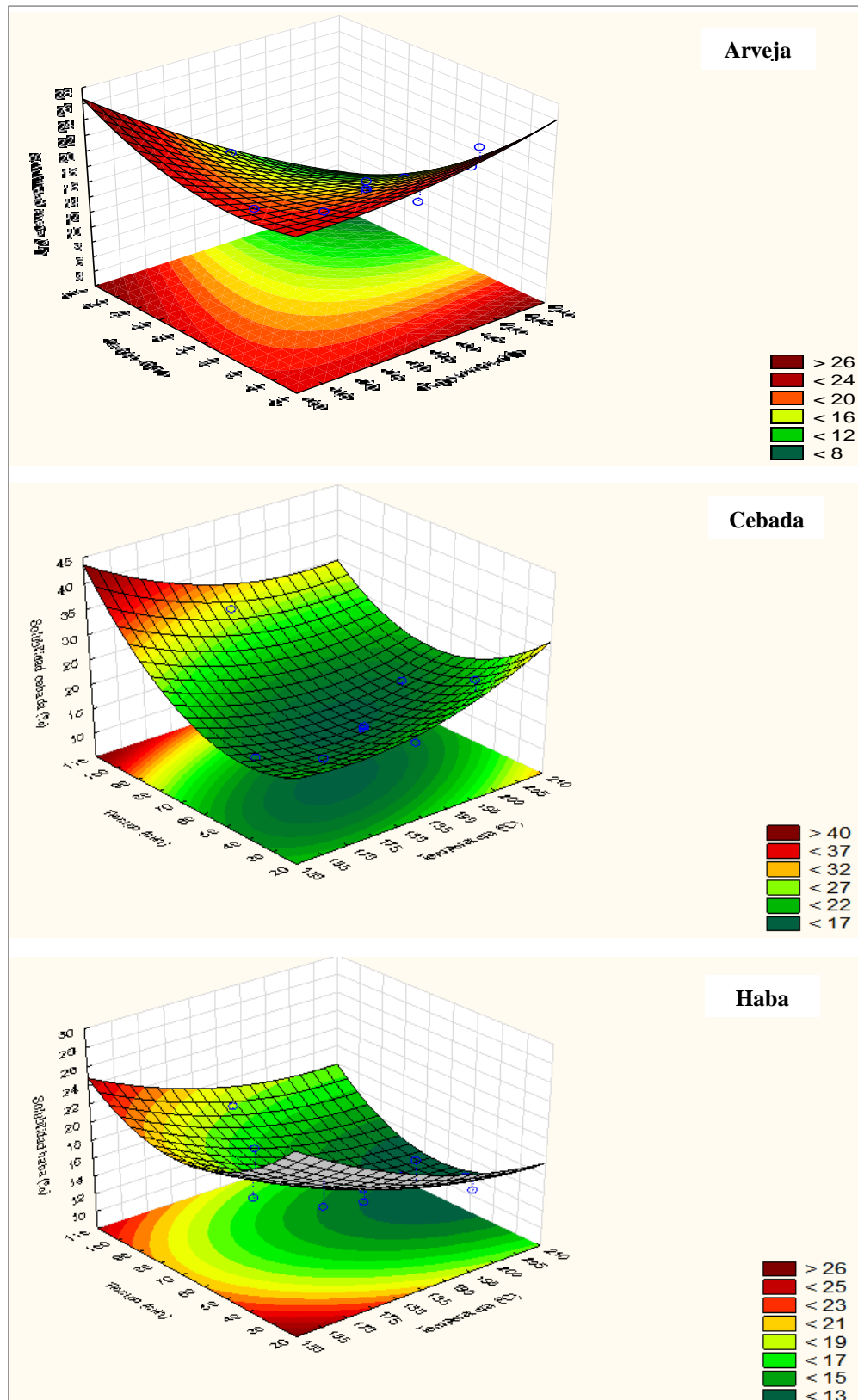
de color; WI = Índice de blancura.

4.1.2.1. Solubilidad. Las muestras de arveja, cebada y haba presentaron porcentajes de solubilidad entre 12,68 y 28,62 %. El porcentaje más alto se observó la harina de cebada (28,62 %) tostada en condiciones de 185 °C por 66,21 min seguido del haba (24,28 %) a 163,79 °C por 45 min y la arveja (23,19 %) a 200 °C por 30 min. Los valores bajos se mostraron en la harina de haba a 200 y 206,21 °C por 60 y 45 min; en la arveja los valores fueron menores a 185 y 200 °C por 66,21 y 60 min y en la cebada a 185 °C por 45 min. Los resultados obtenidos permiten conocer el efecto de las condiciones de tostado en la solubilidad de las harinas evaluadas.

La Figura 5, muestra gráficamente la influencia del tiempo y temperatura de tostado sobre la solubilidad de las harinas. Los porcentajes mayores fueron en condiciones intermedias y al incrementar los parámetros la solubilidad disminuyo notoriamente. La arveja mostró un aumento a temperaturas elevadas por tiempos medios y disminuyó al aumentar estas variables. La cebada tuvo tendencias similares con valores mayores en condiciones de 185 a 200 °C. La harina de haba alcanzó altos valores a bajas temperaturas disminuyendo al prolongar este indicador.

Figura 5

Superficie de respuesta del porcentaje de solubilidad de harinas de arveja, cebada y haba



Los factores lineales de tostado resultaron significativos ($p < 0,05$) en el porcentaje de solubilidad de las tres harinas, además del tiempo cuadrático (Tabla 16) y la interacción del tiempo y temperatura tuvo efecto en la arveja y cebada.

Tabla 16

Análisis de varianza de la variable solubilidad de harinas de arveja, cebada y haba

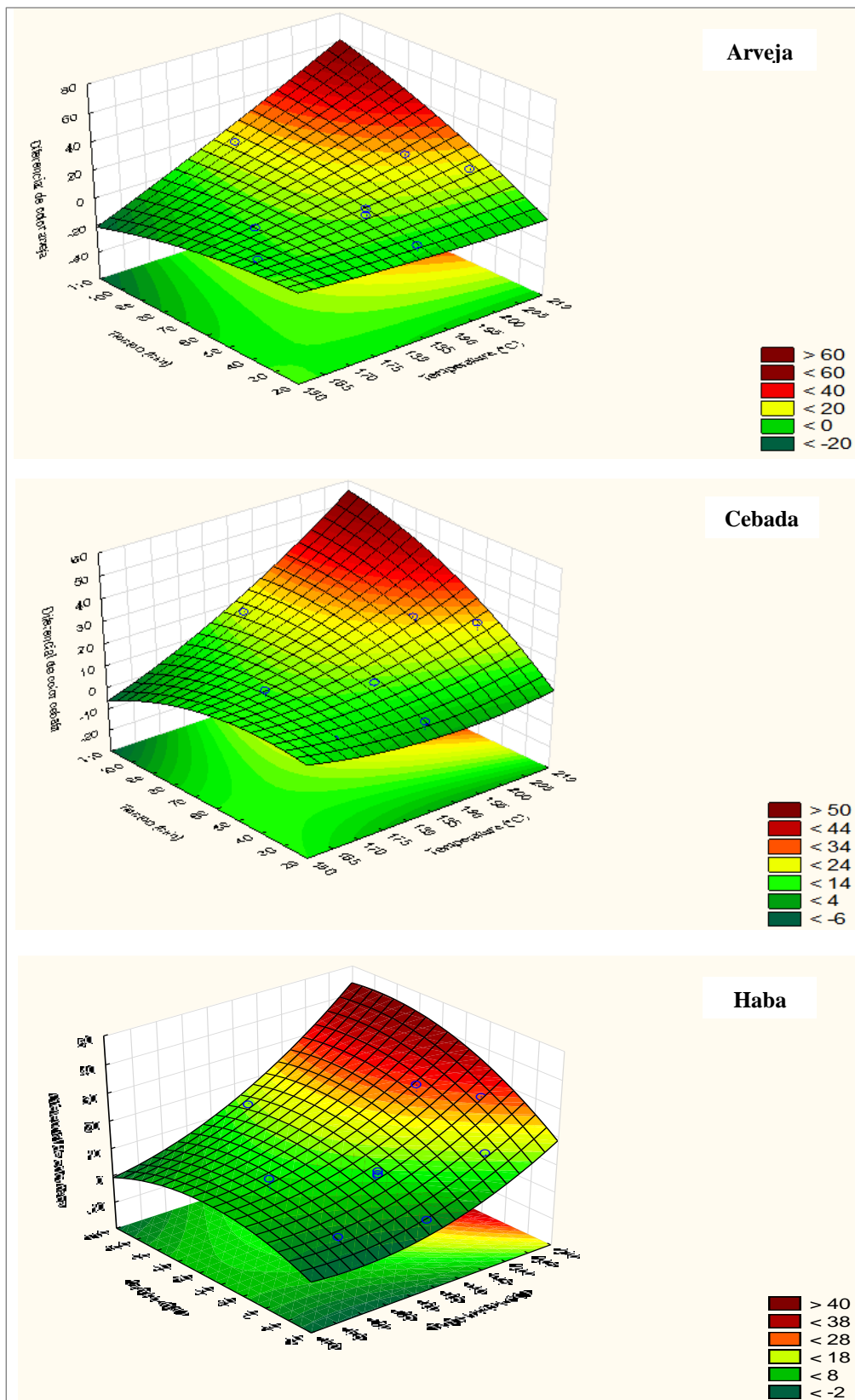
Factor	Arveja		Cebada		Haba	
	MS	Valor p	MS	Valor p	MS	Valor p
Temperatura (lineal)	4,81919	0,049410	7,41480	0,023815	63,91218	0,001752
Tiempo (lineal)	29,55859	0,002307	15,20303	0,007070	24,38652	0,010112
Temperatura (cuadrático)	1,22232	0,232960	16,72255	0,005965	3,05556	0,179591
Tiempo (cuadrático)	6,56517	0,031253	88,77092	0,000253	25,22560	0,009535
Temperatura (L) x Tiempo (L)	5,54603	0,040301	5,52250	0,037548	0,12960	0,754761
Falta de ajuste	2,67695	0,095764	4,25644	0,043011	9,75125	0,033387
Error puro	0,61997	.....	0,58862	.....	1,15783	.....
R ²		0,83		0,90		0,73
R ² ajustado		0,70		0,83		0,54

Nota. MS = cuadrado medio.

4.1.2.2. Diferencial de color. Este análisis (ΔE^*), nos permitió conocer la variación del color entre dos muestras de harina (tostada y sin tostar). Las tres harinas mostraron valores comprendidos entre 1,63 a 29,49 con valores altos en condiciones de tostado a 200 °C por 60 min en los tres granos (Tabla 15). A temperatura de 200 °C por 30 min en arveja y cebada el ΔE^* es reducido con valores de 1,63 y 7,06 y aumentaron a 23,88 y 27,19 respectivamente. Por otra parte, el haba presentó valores bajos de 2,19 en condiciones de 163 °C por 45 min y aumentó a 29,49 siendo el máximo valor entre los tres granos. Los resultados indican que al incrementar las condiciones de tostado el ΔE^* es mayor.

Figura 6

Superficie de respuesta del diferencial de color de harinas de arveja, cebada y haba



La temperatura y el tiempo lineal de tostado tuvieron efecto significativo ($p < 0,05$) en el ΔE^* en las tres harinas (Tabla 17) y la interacción de la temperatura y tiempo resultó significativo solo en la harina de cebada ($p \leq 0,05$). Por otra parte, el modelo cuadrático mostró efecto significativo en el ΔE^* en harinas de haba ($p \leq 0,05$), en cebada solo tuvo efecto el tiempo cuadrático.

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable diferencial de color de harinas de arveja, cebada y haba

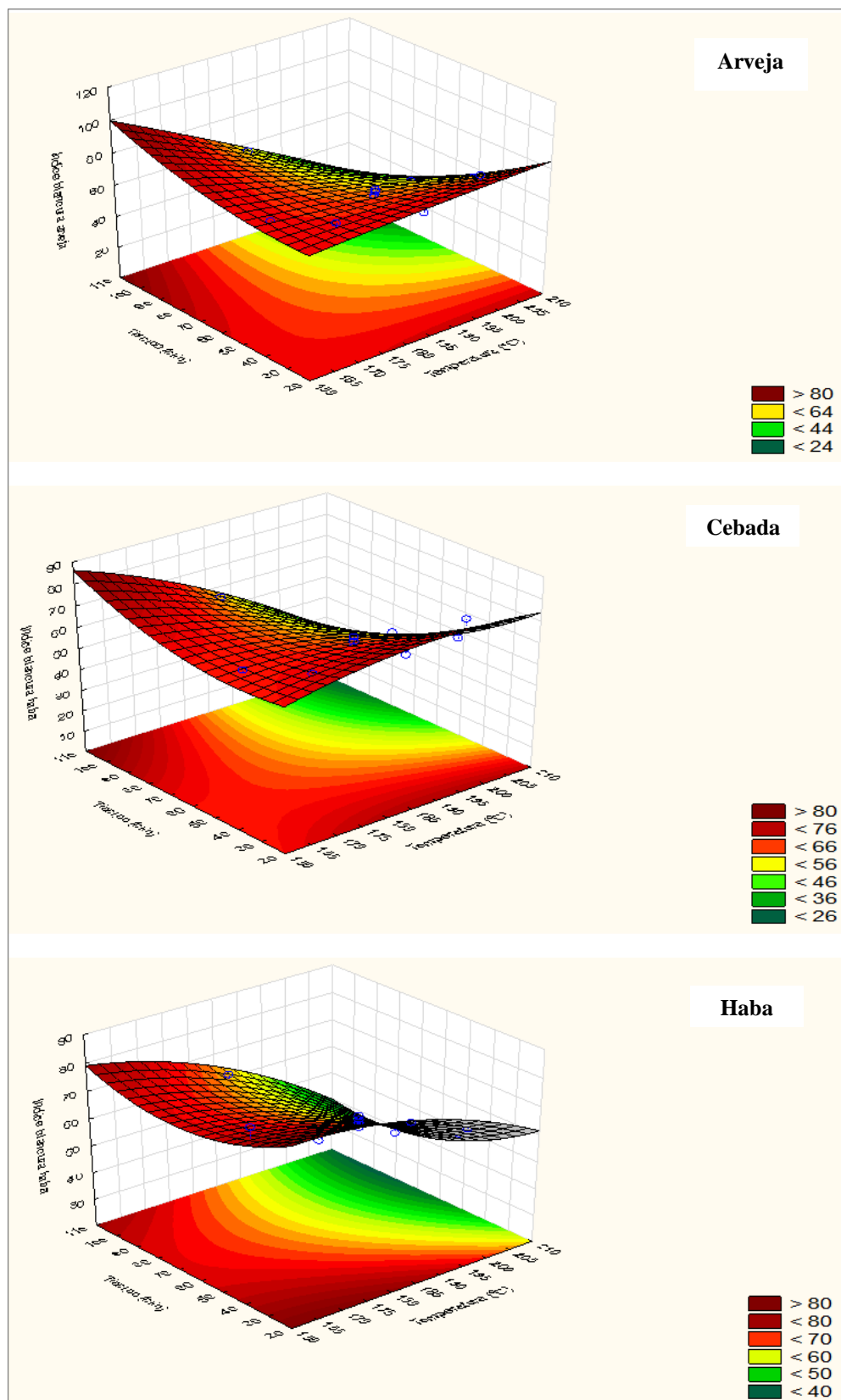
Factor	Arveja		Cebada		Haba	
	MS	Valor p	MS	Valor p	MS	Valor p
Temperatura (lineal)	193,4636	0,016765	119,3470	0,004465	516,5781	0,000111
Tiempo (lineal)	166,8878	0,021350	183,2885	0,002018	159,5604	0,001097
Temperatura (cuadrático)	2,8038	0,658921	24,6794	0,058430	51,3013	0,008868
Tiempo (cuadrático)	23,8619	0,237287	56,3342	0,016574	60,3339	0,006660
Temperatura (L) x Tiempo (L)	83,8140	0,059898	46,1041	0,022978	6,0762	0,176326
Falta de ajuste	10,0617	0,549638	18,0125	0,076254	14,2666	0,053543
Error puro	12,3758	.....	3,5789	.....	2,2589	.....
R ²		0,87		0,86		0,94
R ² ajustado		0,78		0,75		0,89

Nota. MS = cuadrado medio.

4.1.2.3. Índice de blancura. Este análisis (WI) permitió medir el grado de blancura de las harinas de arveja, cebada y haba. En la Tabla 15, se muestra los resultados del WI de las tres harinas las cuales disminuyen al incrementar la temperatura y el tiempo de tostado. La arveja evidenció valores altos en bajas condiciones (170 °C a 30 min) pero descienden ligeramente a 200 °C por 60 min. Respecto a la harina de cebada se registraron valores altos en condiciones de 200 °C por 30 min y el haba a 163,79 °C por 45 min lo que da a entender que la cebada fue la que más resistió al tostado respecto a su WI.

Figura 7

Superficie de respuesta del índice de blancura de las harinas de arveja, cebada y haba



La temperatura y el tiempo lineal de tostado tuvieron efecto significativo ($p < 0,05$) en el WI de las tres harinas y la interacción de estos fue significativo ($p < 0,05$) únicamente en la harina de cebada. Por otra parte, el modelo cuadrático mostró un efecto significativo ($p < 0,05$) en la harina de haba, mientras que en la cebada tuvo efecto solo el tiempo cuadrático.

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable índice de blancura de harinas de arveja, cebada y haba

Factor	Arveja		Cebada		Haba	
	MS	Valor p	MS	Valor p	MS	Valor p
Temperatura (lineal)	198,1281	0,014902	119,5257	0,004562	551,4483	0,000103
Tiempo (lineal)	201,1524	0,014528	183,3385	0,002068	175,1657	0,000967
Temperatura (cuadrático)	0,7528	0,813116	24,4503	0,060273	33,6915	0,018951
Tiempo (cuadrático)	34,9343	0,160561	55,9440	0,017139	67,4148	0,005736
Temperatura (L) x Tiempo (L)	72,7609	0,068051	45,6300	0,023863	2,5760	0,351610
Falta de ajuste	15,1757	0,393559	18,1917	0,076650	16,1477	0,045838
Error puro	11,8093	.....	3,6268	.....	2,3218	.....
R ²		0,86		0,86		0,93
R ² ajustado		0,75		0,75		0,88

Nota. MS = cuadrado medio.

4.1.2.4. Condiciones óptimas de los parámetros de tostado. Las condiciones ideales de tostado se obtuvieron mediante los perfiles de valores previstos y deseabilidad para la optimización de las harinas de arveja, cebada y haba en función a la solubilidad y parámetros de color (ΔE^* y WI). En la Tabla 19, se muestra las combinaciones óptimas del tiempo y temperatura de tostado que mejoren la solubilidad, ΔE^* y WI de las tres harinas. Los resultados muestran que el haba requiere mayores condiciones de tostado, la arveja menor tiempo y la cebada menor temperatura.

Tabla 19

Condiciones ideales de los parámetros de tostado para granos de arveja, cebada y haba

Tipo de grano	Tiempo	Temperatura	Deseabilidad
Arveja	43,59	206,21	0,56
Cebada	66,21	195,6	0,95
Haba	66,21	206,21	0,68

Nota. Valores óptimos de tostado y deseabilidad.

4.1.3. Aceptabilidad general de una bebida instantánea a partir de mezclas de harinas de arveja, cebada y haba

En la Tabla 20, se observa los resultados de la aceptabilidad general de bebidas instantáneas a partir de distintas proporciones de harinas de arveja, cebada y haba que han sido germinados y tostados en condiciones óptimas. La mezcla más aceptable corresponde a 66,67 % de harina de arveja, 16,67 % de cebada y 16,67 % de haba, seguido por las bebidas con proporciones iguales (33,33% de cada harina) lo que da a entender que la combinación de los tres granos mejora la aceptabilidad general de la bebida instantánea. Por otra parte, las muestras que tuvieron un solo tipo de harina (100 %) presentaron menor aceptación, mejorando al integrar otra (50:50 %). Los panelistas optaron por las bebidas elaboradas con alto contenido de harina de arveja y menor porcentaje de haba.

Tabla 20

Resultados de la aceptabilidad general la bebida instantánea a base de las proporciones de harinas de arveja, cebada y haba

Tratamiento	% harina arveja	% harina cebada	% harina de haba	Aceptabilidad
1	100	0	0	7,18±0,98
2	0	100	0	7,15±0,99
3	0	0	100	7,06±0,88
4	50	50	0	7,71±0,86
5	50	0	50	7,35±0,88
6	0	50	50	7,25±0,97
7	33,33	33,33	33,33	8,10±0,74
8	66,67	16,67	16,67	8,22±0,87
9	16,67	66,67	16,67	7,48±0,97
10	16,67	16,67	66,67	7,35±0,98
11	33,33	33,33	33,33	7,88±0,92
12	33,33	33,33	33,33	7,95±0,80
13	33,33	33,33	33,33	8,02±0,82

En el análisis de varianza y coeficientes de regresión (Tabla 21), el modelo cúbico resultó significativo ($p < 0,05$) con un $R^2 = 0,85$ y un R^2 justado = 0,71 a diferencia de los modelos lineal y cuadrático ($p > 0,05$) presentando un menor ajuste de datos ($R^2 < 0,75$; R^2 justado $< 0,60$), es por ello que el modelo cúbico es el que mejor se ajusta a los datos experimentales.

Tabla 21

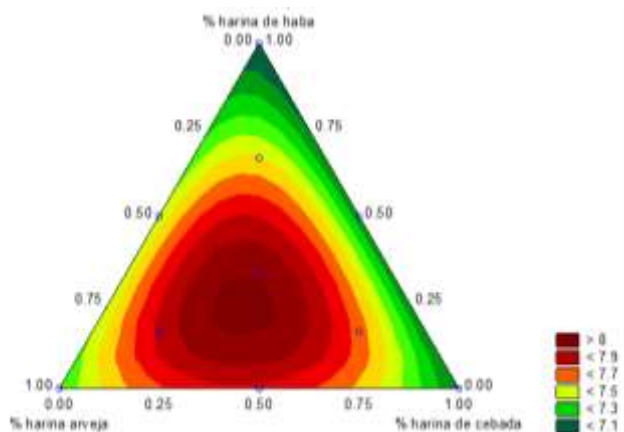
Análisis de varianza y coeficientes de regresión de los modelos en la aceptabilidad general

Fuente	Modelo lineal	Modelo cuadrático	Modelo cúbico
SC modelo	0,206866	1,441687	1,670263
SC error	1,748565	0,513744	0,285168
GL modelo	2	5	6
GL error	10	7	6
CM modelo	0,103433	0,288337	0,278377
CM error	0,174856	0,073392	0,047528
p	0,571737	0,051263	0,024626
R^2	0,11	0,73	0,85
R^2 ajustado	0	0,55	0,71

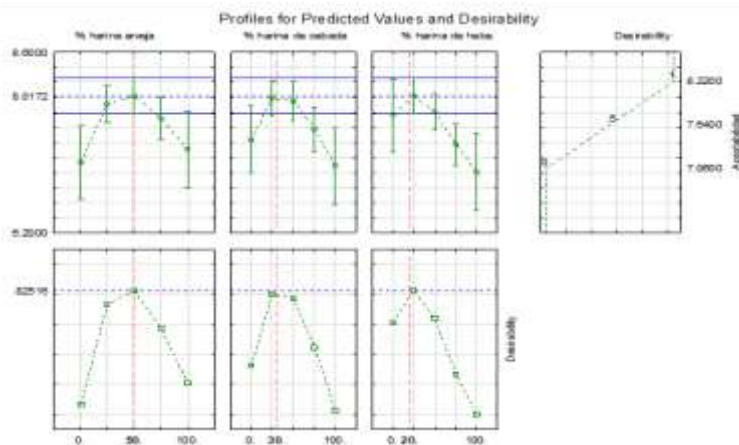
Nota. SC = suma de cuadrados; GL = grados de libertad; CM = cuadrado medio.

Figura 8

Superficie ajustada de la variable aceptabilidad de las mezclas de harinas de arveja, cebada y haba según el modelo cubico

**Figura 9**

Perfiles de valores previstos y deseabilidad para determinar la mezcla óptima



Nota. El valor de deseabilidad corresponde a 0,83 que equivale al 83 %.

4.2. Contrastación de hipótesis

A través de los resultados y análisis de datos se determinaron efectos significativos ($p < 0,05$) en las tres etapas por lo que se afirma que el tiempo de germinación, tiempo y temperatura de tostado mejoran la solubilidad, los parámetros de color y la aceptabilidad general de una bebida instantánea de arveja (*Pisum sativum L*), cebada (*Hordeum vulgare L*) y haba (*Vicia faba*).

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. *Determinación de la solubilidad de granos de arveja, cebada y haba germinados*

Los resultados del análisis de solubilidad de arveja, cebada y haba germinados a distintos tiempos mostraron valores de 16,75 a 25,70 % y inferiores a 8,33 en muestras sin germinar lo cual es similar a lo reportado por Martínez (2024), quien determinó porcentajes de 20 a 26 % en garbanzo germinado en condiciones semejantes. En la presente investigación las solubilidades altas fueron a las 48 h en haba y 72 h en arveja y cebada. Estos hallazgos concuerdan con Sánchez et al. (2013), quienes obtuvieron un aumento en la solubilidad de arroz integral en las muestras de 48 y 72 h de germinación.

En el presente estudio el tiempo de germinación mostró un efecto significativo ($p < 0,05$) en la solubilidad de las tres harinas. Sakre et al. (2020), observaron que la solubilidad en agua de harinas de soja aumentó respecto al tiempo de germinación (24, 48 y 72 h) en comparación con las harinas crudas, similares a los obtenidos por Venkataralu y Gurumoorthi (2025), en harina de mijo. Por otro lado, Sangronis et al. (2004) observaron que la germinación aumenta la solubilidad de proteínas en diversas leguminosas. El incremento puede ser debido a que durante la germinación se activan enzimas como las proteasas, proteolíticas, lipasas, las α amilasas y β amilasas (Gamarra, 2021). También puede influir la reducción de factores antinutricionales y la mejora de la disponibilidad de vitaminas y minerales (Kayisoglu et al., 2024). Sin embargo, en la investigación de Gamarra (2021) los granos de sangorache germinados (48, 72 y 96 h) no presentaron diferencias significativas en la solubilidad, lo que contrasta a los resultados obtenidos en este estudio. Este efecto podría ser debido a diversos factores como el tipo de grano empleado, el estado de madurez, las condiciones de germinación y secado.

4.3.2. Evaluación de la solubilidad de harinas de arveja, cebada y haba germinados y tostados

La solubilidad de las harinas tostadas en diversas condiciones fue de 12,68 a 28,62 %, teniendo el valor más alto en la harina de cebada a 185 °C por 66,21 min y 200 °C por 30 min y el más bajo en la harina de haba. Estos resultados se relacionan con lo descrito por Rubio et al. (2022), quienes también reportaron altas solubilidades en la harina de cebada a 220 °C por 25 a 40 min; sin embargo, sus resultados fueron menores (2,45 a 23,61 %) teniendo la arveja el valor mínimo. El incremento se debería principalmente a la geminación tal como indican Dhillon et al. (2020), que observaron un aumento de la solubilidad del 4,78 al 18,45 % producto de la activación de diversas enzimas.

Por otra parte, las solubilidades más altas se encontraron a temperaturas bajas por tiempos prolongados y temperaturas altas a tiempos intermedios, mientras que al aumentar ambos parámetros la solubilidad disminuyó. Rubio et al. (2022), por su parte indican un aumento en la cebada a temperaturas elevadas (220 °C) y tiempos prolongados (25 – 40 min) y en la arveja y haba en condiciones más bajas (190 - 200 °C; 10 – 14 min). De acuerdo con lo que describe Puerta (2011), es importante utilizar parámetros óptimos de tostado dado que a condiciones moderadas favorece a la degradación del contenido de proteínas y la gelatinización de almidones generando partículas de menor tamaño y más solubles en agua. Así mismo Salvatierra (2019), indica que en condiciones excesivas se genera el pardeamiento no enzimático como las reacciones de Maillard y la caramelización de azúcares que influye en solubilidad.

4.3.3. Evaluación del diferencial de color de harinas de arveja, cebada y haba germinados y tostados

Los resultados del diferencial de color (ΔE^*) muestran valores comprendidos de 1,63 a 29,49 menores a los reportados por Rubio et al. (2022), quienes en su estudio obtuvieron de

36,51 a 60,35 en los mismos granos, por lo que en la presente investigación las harinas tuvieron una mejor estabilidad en el cambio de color que podría estar asociado al proceso de germinación debido a que el grano cambia su composición química aumentando la disponibilidad de proteínas y almidones (Torres et al., 2018). Es por ello que el cambio en la estructura del grano podría influir en las reacciones de Maillard teniendo efecto en el color de las muestras (Mikami y Murata, 2015).

En el presente estudio la harina de haba mostró un mayor cambio de color debido al aumento de las condiciones de tostado, estos resultados se relacionan con el estudio de Ozolina et al. (2024), quienes observaron que la harina de haba tiene un tono más oscuro que las harinas de lentejas, así mismo, (Craig et al. 2018; Rubio et al. 2022) indican que el cambio de coloración de las harinas se genera debido a la disminución de la luminosidad (L^*) producto del incremento de las condiciones de tostado.

4.3.4. Evaluación del índice de blancura de harinas de arveja, cebada y haba germinados y tostados

En los resultados se observa que el índice de blancura (WI) disminuye a medida que se incrementan las condiciones de tostado y aumenta en condiciones bajas mostrando valores de 52,91 a 79,81. Estos comportamientos pueden atribuirse debido al pardeamiento no enzimático en el tostado el cual reduce la luminosidad y genera colores más oscuros (Craig et al., 2018; Rubio et al., 2022). Montoya et al. (2012), reportaron valores más bajos de WI de 64,35 y 69,06 en harina de trigo comercial indicando que una superficie blanca óptima debe tener un $WI = 100$, en tal sentido en el presente estudio se obtuvieron mejores resultados con tendencia a una coloración blanca y con valores altos de luminosidad (L^*) de 85,33 en las harinas de haba seguido de la arveja y cebada. Según Dussán et al. (2019), mencionan que un L^* cercano a 0 corresponde a una tonalidad negra y un valor de L^* cercano a 100 a una tonalidad blanca; así

mismo, Zhang et al. (2021) señalan que cuando las harinas muestran un WI mayor a 45 las muestras no presentan efectos negativos en la vida útil ni en el consumo de las personas.

4.3.5. Condiciones óptimas de los parámetros de tostado de harinas de arveja, cebada y haba

En el presente estudio la cebada y haba requirieron mayores tiempos de tostado y en los granos de arveja y haba temperaturas más elevadas. Rubio et al. (2022), observaron menores tiempos óptimos de tostado en las mismas muestras, las variaciones de estos estudios se deberían principalmente al proceso de remojo y germinación los cuales habrían modificado la estructura propia de los granos generando mayor resistencia al tostado (Dhillon et al., 2020). Por otra parte, también podría haber influido ciertos factores como la variedad de grano, el estado de maduración y las condiciones de almacenamiento de los granos, dado que el tiempo y temperatura de almacenamiento influyen en su composición química (Liu et al., 2022). Por otra parte, las diferencias de las condiciones para cada grano pueden variar debido a su estructura propia presentando efectos en su solubilidad y parámetros de color (ΔE y WI) de las harinas obtenidas (Torres et al., 2018).

4.3.6. Aceptabilidad general de una bebida instantánea a base de mezclas de harinas de arveja, cebada y haba

De acuerdo al análisis de aceptabilidad se utilizaron panelistas sin ningún tipo de entrenamiento. Según Marques et al. (2022), el uso de panelistas no entrenados resulta más adecuado debido a que reflejan una mejor percepción por parte de los consumidores. Los resultados obtenidos (Tabla 20) muestran que el tratamiento con alta aceptabilidad pertenece a la bebida con mayor proporción de harina de arveja (66,67 %) y menores porcentajes de harina de cebada y haba (16,67 %), datos que contrastan a los de Rubio et al. (2022), en donde las mezclas más aceptables fueron aquellas con altas concentraciones de cebada y haba. La preferencia por las mezclas con altas concentraciones de arveja puede estar atribuido al proceso

de germinación de los granos tal como reportaron. Troszynska et al. (2007), las arvejas germinadas presentaron mejor calidad sensorial que las sin germinar y otras legumbres. Por otra parte, Davila et al. (2002) señalan que la germinación modifica las propiedades sensoriales de los granos de leguminosas y cereales mejorando su aceptabilidad; sin embargo, Estrella et al. (2006) sostiene que al prolongar el tiempo de germinación mayor a 72 y 96 h afecta la calidad sensorial de los productos, resaltando la necesidad de utilizar condiciones óptimas del proceso.

El análisis de los modelos de regresión realizados a la aceptabilidad determinó que el modelo cúbico es el único estadísticamente significativo ($p < 0,05$) con los máximos valores de $R^2 = 0,85$ y un R^2 ajustado > 70 , por lo que este modelo presenta un alto nivel de ajuste y una mayor efectividad de la variable independiente respecto a la aceptabilidad. Según Martínez (2005), cuando el valor de R^2 se encuentre más cercano a la unidad el modelo empírico se ajustará mejor a los datos reales. Así mismo Torres et al. (2021), indica que el coeficiente de determinación R^2 superiores a 0,75 son apropiados para fines de predicción y para determinar la calidad de un modelo lo que avala la validez del modelo cúbico.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el tiempo de germinación incrementó la solubilidad de las harinas de arveja y cebada hasta las 72 h, luego disminuyó progresivamente; mientras que en la harina de haba se mantuvo estable a partir de las 24 h siendo a las 48 h el tiempo intermedio de los valores más altos.
- Se logró evaluar el efecto del tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad de las harinas evidenciando un incremento en condiciones intermedias alcanzando los valores más altos en la harina de cebada (28,62 %), seguido por el haba (24,28 %) y arveja (23,19 %).
- Se logró evaluar el efecto del tiempo y temperatura de tostado en los parámetros de color de las harinas. El ΔE^* varió de 1,63 a 29,49 con menor cambio en la coloración a bajas temperaturas y tiempos de tostado. El WI presentó mejores resultados en condiciones bajas con máximos valores en arveja (79,81) seguido del haba (79,28) y la cebada (73,01).
- Se determinaron las condiciones óptimas de tostado para cada grano: 43,59 min a 206,21 °C en arveja, 66,21 min a 195,6 °C en cebada y 66,21 min a 206,21 °C en haba.
- Se determinó el efecto de la proporción de harinas de arveja, cebada y haba en la aceptabilidad general de una bebida instantánea, en donde los panelistas tuvieron mayor aceptación por la mezcla compuesta por 66,67 % de arveja, 16,67 % de cebada y 16,67 % de haba.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio a otros cereales y leguminosas con la finalidad de evaluar el efecto de la germinación en su solubilidad.
- Se recomienda utilizar granos que hayan tenido un mismo periodo de almacenamiento y estado de madurez.
- También se recomienda realizar un análisis de la composición nutricional de las harinas con el propósito de evaluar el efecto de la germinación y el tostado.
- Realizar análisis microbiológicos y de vida útil de las harinas optimizadas durante su almacenamiento.
- Elaborar productos a base de las harinas optimizadas incorporando otros granos como la quinua para aumentar su valor nutritivo.

CAPITULO VI. REFERENCIAS

- Adetokunboh, A., Obllana, A., & Jideani, V. (2022). Physicochemical Characteristics of Bambara Groundnut Speciality Malts and Extract. *Molecules* 2022, 27(14). <https://doi.org/10.3390/molecules27144332>
- Agencia Agraria de Noticias. (2024). *Frijol, haba y arveja representan el 77% de la producción de legumbres en nuestro país*. <https://agraria.pe/noticias/frijol-haba-y-arveja-representan-el-77-de-la-produccion-de-l-20836>
- Aguilar, J., Espinoza, M., Cabanillas, J., Gómez, E., Valverde, L., & Benavidez, D. (2014). Efecto de la concentración de albedo y sacarosa sobre las características fisicoquímicas, reológicas y aceptabilidad general en cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*). *Agroindustrial Science*, 4. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583420>
- Aldave, G. (2016). *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (Theobroma cacao L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS [Universidad Nacional Mayor De San Marcos]*. <https://core.ac.uk/download/pdf/323345037.pdf>
- Álvarez, F. (2016). *Caracterización físicoquímica y reológica de harinas mixtas pregelatinizadas de quinua, frijol caupí y arroz parbolizado por extrusión termoplástica [Escuela Agrícola Panamericana]*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2c02106f-daf8-456c-ab26-6577a3164eca/content>
- Arenas, D. (2022). *Influencia de la germinación sobre la composición químico-proximal, bioactividad, minerales y propiedades térmicas de lenteja (Lens culinaris M.), Arveja (Pisum sativum L.) y Frijol de Palo (Cajanus cajan L.)*.

<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1d9470a-4a76-431a-98da-75fb4aa0d8a7/content>

Astiz, V., Salinas, M., & Puppo, M. (2022). Propiedades fisicoquímicas de harinas de trigo y avena de alta calidad panadera. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 121(2).
<http://portal.amelica.org/ameli/journal/23/233665009/>

Atacushi, D. (2015). *Efecto de las distancias de siembra en tres variedades del cultivo de haba (Vicia faba), bajo un sistema de agricultura limpia* [Universidad Técnica De Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0aa3dbfd-2ebe-4537-8beb-4f747c1431ee/content>

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2012). *Construcción del sistema de irrigación Chota*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12543/1955>

Barrionuevo, M. (2011). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas con cebada y frutilla deshidratada* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/732/1/56T00250.pdf>

Campo, D., & Gaviria, C. (2019). Optimización de las condiciones de tiempo y temperatura en el proceso de tostado de café del cauca, teniendo en cuenta la percepción del consumidor. *Universidad Del Cauca*.
<https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/264/260>

Carrión, K. (2015). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas funcionales a base de harina de haba (Vicia faba L.) enriquecidas con extracto hidrofílico de camote (Ipomoea batatas L.)* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4383/1/56T00548%20UDCTFC.pdf>

Castillo, W. (2022). *Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de quinua*

- (*Chenopodium Quinoa*) y cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) germinados [Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4017>
- Ccoyllo, N. (2019). *Elaboración de una bebida energética gasificada a partir de maltas de quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y cebada (*Hordeum vulgare*)* [Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/e00f9ea1-a620-4598-b5bb-fbdc7926f32>
- Cordero, M. (2017). *Evapotranspiración potencial (etp), del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), con tres niveles de capa freática en Acobamba Huancavelica* [Universidad Nacional De Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/193>
- Corzo, L., Jiménez, C., Cid, M., Cardador, A., Martínez, J., & Sánchez, X. (2022). Chemical and non-nutritional modification of faba bean (*Vicia faba*) due to the effect of roasting and boiling. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100622>
- Cotera, C. (2016). *Diversidad Molecular de Puccinia striiformis f. sp. hordei en la Región Norte de Ayacucho* [Universidad Peruana Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/849/Diversidad_CoteraHuayhua_Cesar.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Crosa, M., Tihista, H., Próspero, M., Cadenazzi, M., Souto, L., Curuchet, A., Ferreyra, V., Suburú, G., & Escudero, J. (2014). Elaboración de pan multigrano con harinas precocidas por extrusión. *Revista Del Laboratorio Tecnológico Del Uruguay*, 9(61–69), 1688–3691. <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166714008.pdf>
- Cuaical, C. (2021). *Evaluación de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad San Isidro en el cantón*

- Montúfar, provincia del Carchi* [Universidad Politécnica Estatal Del Carchi].
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1395>
- Curti, C., Alcócer, J., Rivas, M., Vinderola, G., & Ramón, A. (2022). Harinas de lupino blanco (*Lupinus albus*) y andino (*L. mutabilis*) aptas para consumo: características físico-químicas y funcionales. *Diaeta*, 40(177).
<https://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v40n177/1852-7337-diaeta-40-177-106.pdf>
- Davila, M., Sangronis, E., & Granito, M. (2002). Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(4). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400003
- Dhillon, B., Choudhary, G., & Singh, N. (2020). Estudio sobre las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y microbianas de la harina de trigo germinada y su utilización en panes. *Tecnología de Ciencia de Los Alimentos*, 57(8). 10.1007/s13197-020-04311-x
- Dussán, S., Hurtado, D., & Camacho, J. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinoa y Chontaduro. *Información Tecnológica*, 30(5). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>
- Estrella, I., Troszynska, A., Wolejszo, A., Hernández, T., Robredo, S., & Narolewka. (2006). The Relation Between the Sensory Quality of Lentil (*Lens culinaris*) Sprouts and Their Phenolic Compounds. *Food Sci. Technol. Int.*, Submitted.
- Gamarra, N. (2021). *Valores nutricionales y propiedades funcionales de la harina de sangorache (Amaranthus Hybridus L.) a distintos tiempos de germinado* [Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac].
<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/986>

- García, A., & Pacheco, E. (2010). Evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *Rev Chil Nutr*, 37(4). <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v37n4/art09.pdf>
- García, S. (2024). Diseño de parcelas divididas para el desarrollo de una harina mejorada y funcional de granos germinados de lenteja o arveja. *Revista de Iniciación Científica*, 10(1). <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/4001/4586>
- Guamba, A. (2021). *Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba L*) en el cantón Huaca* [Universidad Politécnica Estatal Del Carchi]. <https://repositorio.upec.edu.ec/items/eca239ac-b91c-4da1-8965-e6f201883732>
- Gutiérrez, M. (2021). *Tecnología de tostado del grano de cacao*. [https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/190721%2004%20final%20Marcelo%20TECNOLOGIA%20DE%20TOSTADO%20DEL%20GRANO%20DE%20CACAO%20\(2\).pdf](https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/190721%2004%20final%20Marcelo%20TECNOLOGIA%20DE%20TOSTADO%20DEL%20GRANO%20DE%20CACAO%20(2).pdf)
- Horque, R. (2004). Cultivo del Haba. In *Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria* (Primera Edición). <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/715ee52d-6df5-4fdb-886f-f334bf6a8f99/content>
- Huaccha, C. (2016). *Efecto del grado de tostado en el contenido de polifenoles totales, actividad antioxidante y calidad en taza del café, variedad typica y bourbón* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d283b309-0838-47c5-b596-b39c8d8ecf62/content>
- Huamán, L. (2019). *Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de harina de dos variedades de habas (*Vicia faba*) Sincos y Amarilla Molinera* [Universidad César

Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102601/Huam%C3%A1n_CLC-SD.pdf?sequence=1

- Kayisoglu, C., Altikardes, E., Guzel, N., & Uzel, S. (2024). Germinación: Una forma eficaz de mejorar las propiedades nutricionales, funcionales y moleculares de los granos de sorgo de color blanco y rojo. *Alimentos*, *13*(5). <https://doi.org/10.3390/foods13050662>
- Lares, M., Gutiérrez, R., Pérez, E., & Álvarez, C. (2012). Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, *12*(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688626>
- Liñan, C. (2021). *Compuestos fenólicos en germinados de haba (Vicia faba l.) y su efecto antiadipogénico in silico* [Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/22194/1/1080315270.pdf>
- Liu, H., Zhang, Y., Don, C., & Zhang, B. (2022). Effects of grain storage time and storage temperature on flour quality parameters of ‘5+10’ wheat cultivar and ‘2+12’ wheat cultivar. *Cereal Chemistry*, *100*(6). 10.1002/cche.10635
- López, L., Berrospe, E., & Gutiérrez, J. (2021). La agroindustria en la era digital ante los retos de la contingencia sanitaria. In *Universidad Autónoma de San Luis Potosí* (Primera Edición). <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/9095/27.%20La%20agroindustria%20en%20la%20era%20digital%20ante%20los%20retos%20de%20la%20contingencia%20sanitaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=90>
- Luisetti, J. (2022). *Optimización de las condiciones del proceso de acondicionamiento y obtención de harina integral del grano de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en relación a su capacidad antioxidante y antimicrobiana* [Universidad Nacional

- Rosario]. <https://rehip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/eadbfb32-ec37-4364-a889-8c804ba4c619/content>
- Marqués, C., Correia, E., Dinis, L., & Vilela, A. (2022). An Overview of Sensory Characterization Techniques: From Classical Descriptive Analysis to the Emergence of Novel Profiling Methods. *Foods*, *11*(255). 10.3390/foods11030255
- Martínez, A. (2024). *Bioaccesibilidad y biodisponibilidad in vitro de compuestos antioxidantes y anti-inflamatorios liberados por la simulación gastrointestinal de harinas y concentrados proteicos de germinados de garbanzo desi negro y verde biofortificado con Selenio* [Universidad Autónoma De Ninaloa]. http://repositorio.uas.edu.mx/xmlui/bitstream/handle/DGB_UAS/733/Tesis%20-%20%20Anahi%20Martinez%20Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, E. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, *1133*(3677), 315–331. <https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/5d3999ce299952068445485c>
- Matthew, A., Penieres, J., & Ortega, F. (2023). *Solubilidad* [Universidad Nacional Autónoma De México]. https://ru.cuautitlan.unam.mx/bitstream/123456789/299/1/FESC_Q_2023_07.pdf
- Mikami, Y., & Murata, M. (2015). Effects of Sugar and Buffer Types, and pH on Formation of Maillard Pigments in the Lysine Model System. *Investigación En Ciencia y Tecnología de Los Alimentos*, *21*(6). https://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/21/6/21_813/_pdf/-char/ja
- Milovanovic, B., Djekic, I., Miocinovic, J., Djordjevic, V., Lorenzo, J., Barba, F., Mörlein, D., & Tomasevic, I. (2020). What Is the Color of Milk and Dairy Products and How Is It Measured? *Foods*, *9*. <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/11/1629>

- Montoya, J., Giraldo, G., & Lucas, J. (2012). Determinación del Índice de Blancura en Harina de Trigo Comercial. *Vitae*, 19(1).
<https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914130.pdf>
- Moposita, D., Godoy, M., Romero, M., & Moposita, L. (2023). Uso de germinados de chocho (*Lupinus mutabilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) para la elaboración de una bebida nutricional. *Polo Del Conocimiento*, 8(5).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9335829>
- Nakilcioğlu-Taş, E., & Ötleş, S. (2019). Physical characterization of Arabica ground coffee with different roasting degrees. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 91(2).
<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201920180191>
- Nguyen, T., & Nguyen, C. (2024). Effects of processing conditions on change of amino acids, reducing sugar and total polyphenols of caramelized malt produced from IR50404 rice variety. *Food Research*, 8(2). [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(2\).982](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).982)
- Ozolina, K., Sarenkova, I., & Brasava, S. (2024). Estimation of Roasted and Raw Faba Bean and Lentil Flour Functional Properties. *Food & Nutrition Journal*, 9(1).
https://www.researchgate.net/publication/379123111_Estimation_of_Roasted_and_Raw_Faba_Bean_and_Lentil_Flour_Functional_Properties
- Paloma, F. (2024). *Influencia de la germinación de trigo y de garbanzo en las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de las harinas y su efecto en la producción de pastas secas* [Universidad Nacional de Córdoba].
<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/551421>
- Pérez, S. (2024). *Aplicación de un diseño experimental y métodos multicriterio para la optimización de una bebida no alcohólica a base de pseudocereales malteados* [Universidad Del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/14635/1/20153.pdf>

- Pérez, W. (2016). *Efecto de la proporción de granos malteados de maíz (Zea Mays) var. Blanco, trigo (Triticum spp) var. Andino y cebada (Hordeum vulgare) var. Zapata, en el tiempo de filtrado, absorbancia y aceptabilidad general de una bebida alcohólica fermentada tipo jora* [Universidad César Vallejo].
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8976/perez_rw.pdf?sequence=1
- Pinedo, R., Fidel, R., & Bautista, M. (2020). Cultivo de Cebada. In *Universidad Nacional Agraria La Molina* (Primera edición).
https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf
- Pinedo, R., Rojas, F., & Bautista, M. (2020). *Cultivo de cebada* [Universidad Nacional Agraria La Molina].
https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf
- Pita, J., & Pérez, F. (1998). *Germinación de semillas* [Ministerio De Agricultura Pesca y Alimentación].
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Ponce, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2020).
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587> [La cebada (Hordeum vulgare L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana].
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587>
- Porras, M., Vargas, G., Araúz, L., & Abarca, Y. (2019). Efecto de la temperatura en la rapidez del tostado de café. *Revista Tecnología En Marcha*, 32(7).
<https://doi.org/10.18845/tm.v32i7.4255>
- Prieto, F., Callejas, J., Román, A., Prieto, J., Gordillo, A., & Méndez, M. (2007). Acumulación de arsénico en el cultivo de habas (“ Vicia faba”). *Agronomía Costarricense* , 32(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/436/43631215.pdf>

- Puerta, G. (2011). *Composición química de una taza de café*.
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/340/1/avt0414.pdf>
- Quintanilla, K. (2022). *Diseño de investigación de la elaboración de harina de plátano (Musa paradisiaca L.) para su aplicación en la formulación de pan sin gluten* [Universidad de San Carlos de Guatemala].
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/18882/1/Katherine%20Odette%20Quintanilla%20C%C3%A1ceres.pdf>
- Quispe, S. (2014). *Evaluación de cinco dosis de rayos Gamma para inducir mutaciones en haba (Vicia faba L.) variedad Pacae Verde* [Universidad Nacional de Huancavelica].
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/169>
- Rivera, J., Muñoz, O., Rosas, M., Aguilar, C., Popkin, B., & Willett, W. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Pública de México*, 50(2). <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2008.v50n2/173-195/es>
- Rodríguez, J. (2020). *Diseño y desarrollo de un prototipo funcional : desgranadora de arveja para un mercado local*. [Universidad Pedagógica Nacional].
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/12228>
- Rubio Nuñez, S. F. (2023). *Efecto del tiempo y temperatura de tostado en la solubilidad, el color y la aceptabilidad de una bebida instantánea elaborada a base de haba (Vicia faba), arveja (Pisum Sativum L.) y cebada (Hordeum vulgare L.)*.
- Rubio, S., Solano, J., & Velásquez, F. (2022). *Bebida andina instantánea a base de granos tostados: Diseño y optimización*. <http://www.doi.org/10.51372/bioagro34.8>
- Sakre, P., Jadhav, M., & John, H. (2020). Study on Physical Properties of Soaked Soybean and Functional Properties of Germinated Soy flour. *Journal of The Institution of Engineers (India)*, 1. <https://doi.org/10.1007/s40030-020-00468-y>

- Salvador, C. (2015). *Cebada*.
<https://bibliofep.fundacionempresaspoler.org/media/1280184/cebada.pdf>
- Salvatierra, I. (2019). *Manual Conservación de Alimentos* [Inacap].
https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-181497_recurso_pdf.pdf
- Sánchez, J., & Loayza, E. (2012). *Efecto del tiempo de germinación sobre las características físicas, reológicas y tecnológicas de la harina del arroz integral variedad INIAP 15, cosecha verano* [Escuela Superior Politécnica Del Litoral].
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21414/1/Tesis%20germinaci%C3%B3n.pdf>
- Sánchez, J., Loayza, E., & Cornejo, F. (2013). Efecto del Tiempo de Germinación Sobre las Características Físicas, Reológicas y Tecnológicas de la Harina del Arroz Integral Variedad INIAP 15, Cosecha Verano. *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*.
https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24477/1/Efecto%20del%20tiempo%20de%20germinaci%C3%B3n%20sobre%20las%20caracter%20f%C3%ADsticas%20f%C3%ADsicas_FIMCP.pdf
- Sánchez, V. (2022). *Influencia del consumo de bebidas alcohólicas en el aumento del delito de violencia doméstica*. [Universidad Especializada De Las Américas].
<https://repositorio2.udelas.ac.pa/server/api/core/bitstreams/676e1dbc-61f4-4180-b363-d01977cd0cd6/content>
- Sangronis, E., Machado, C., & Cava, R. (2004). Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*phaseolus vulgaris* y *cajan cajan*) germinadas. *Interciencia*, 29(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33908904.pdf>
- Sifre, M., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., & Tosca, P. (2019). *La harina* [Universitat per a majors seu del nord-Sant Mateu.].
<https://bibliotecavirtualsenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>

- Símpalo López, W. D. (2021). *Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de kiwicha (Amaranthus caudatus) y cañihua (Chenopodium pallidicaule) germinados.*
- Soares, K. (2022). *Efeito Das Variáveis De Processo Na Maceração, Secagem E Higroscopicidade De Malte De Trigo (Triticum spp.)* [Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”].
<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b0125dfa-1ddf-4d39-8e5d-c93274a35068/content>
- Suasnabar, C., Marmolejo, D., Torres, G., Munive, R., Valverde, A., & Gamarra, G. (2021). *Cultivo de arveja* [Universidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7485/Cultivo%20de%20arveja-Web.pdf?sequence=1>
- Tenório, A., Santos, M., Moraes, V., Vilela, W., Lira, R., Souza, T., & Pedroza, S. (2022). Utilization of factorial design evaluation of impact of roasting process in the physical-chemical profile of coffee blends. *Agrarian and Biological Sciences*, 11(11).
<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33245>
- Torres, A., Cova, A., & Valera, D. (2018). Efecto del proceso de germinación de granos de Cajanuscajan en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y bioaccesibilidad mineral. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(4).
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000500323
- Torres, C., Malta, N., & Jara, H. (2021). Modelos de regresión y diseño de línea base para indicadores energéticos en una empresa siderúrgica. *Ingeniería Energética*, 42(1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329170645001>
- Torres, D., Cova, D., & Valera, D. (2018). Efecto del proceso de germinación de granos de Cajanuscajan en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y

- bioaccesibilidad mineral. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(4).
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182018000500323>
- Troszynska, A., Szymkiewicz, A., & Wolejszo, A. (2007). The Effects of Germination on the Sensory Quality and Immunoreactive Properties of Pea (*Pisum Sativum* L.) and Soybean (*Glycine Max*). *Institute of Animal Reproduction and Food Research of Polish Academy of Sciences*, 10(747).
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1745-4557.2007.00179.x>
- Urbina, K., Santacruz, S., Guapi, G., Revilla, K., & Aldas, J. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9143839>
- Venkataralu, P., & Gurumoorthi, P. (2025). Impacto de la germinación en los componentes nutricionales, propiedades antinutricionales y funcionales del mijo común y del mijo común. *Food Chemistry Advances*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100896>
- Vilcanqui, F., Chaquilla, G., Sarmiento, V., Céspedes, C., Ventura, Y., & Cortés, P. (2021). Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*). *Revista de La Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 71(4). <https://doi.org/10.37527/2021.71.4.001>
- Villacís, M. (2024). *Evaluación de las características tecnológicas de trigos y cebadas cultivados en Cañar para la elaboración de bebidas no alcohólicas derivadas de la malta* [Universidad Del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/14637/1/20155.pdf>
- Villacrés, E. (2008). *La cebada: un cereal nutritivo (50 recetas para preparar)* [Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina].

https://www.academia.edu/116810954/La_cebada_un_cereal_nutritivo_50_recetas_para_preparar_

Villaverde, J. (2017). *Habas, su origen, historia y creencias*. PLANTAMUS.

https://plantamus.com/blog/habas/?srsltid=AfmBOoq3psu3t2ZvJ6gngrWNznA_-wYFPsN4qK4szvlBRsUaaE-gxLLM

Waldo, S. (2015). *Optimización de parámetros tecnológicos para la elaboración de bebida*

instantánea liofilizada (Patela) a base de plátano verde (Musa paradisiaca L.) y leche

[Universidad Nacional de San Martín].

https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/572/1/TFAI_19.pdf

Zhang, Z., Zhang, L., Chen, M., & He, Z. (2021). Effects of taro powder on the properties of wheat flour and dough. *Food Science and Technology*, 42.

<https://doi.org/10.1590/fst.116221>

CAPITULO VII. ANEXOS**Figura 10**

Recepción y selección de las materias primas (Arveja, cebada y haba)

**Figura 11**

Remojo



Figura 13*Germinación***Figura 12***Granos Germinados*

Figura 14

Análisis de solubilidad de los granos germinados

**Figura 15**

Secado



Figura 16*Tostado***Figura 17***Granos tostados*

Figura 19*Molido***Figura 18***Tamizado*

Figura 20

Análisis de solubilidad de los granos tostados

**Figura 21**

Análisis de los parámetros de color de las muestras



Figura 23*Mezclado***Figura 22***Dilución*

Figura 25

Bebida instantánea

**Figura 24**

Análisis de aceptabilidad general



Figura 26

Perfiles de valores previstos y deseabilidad en el proceso de tostado

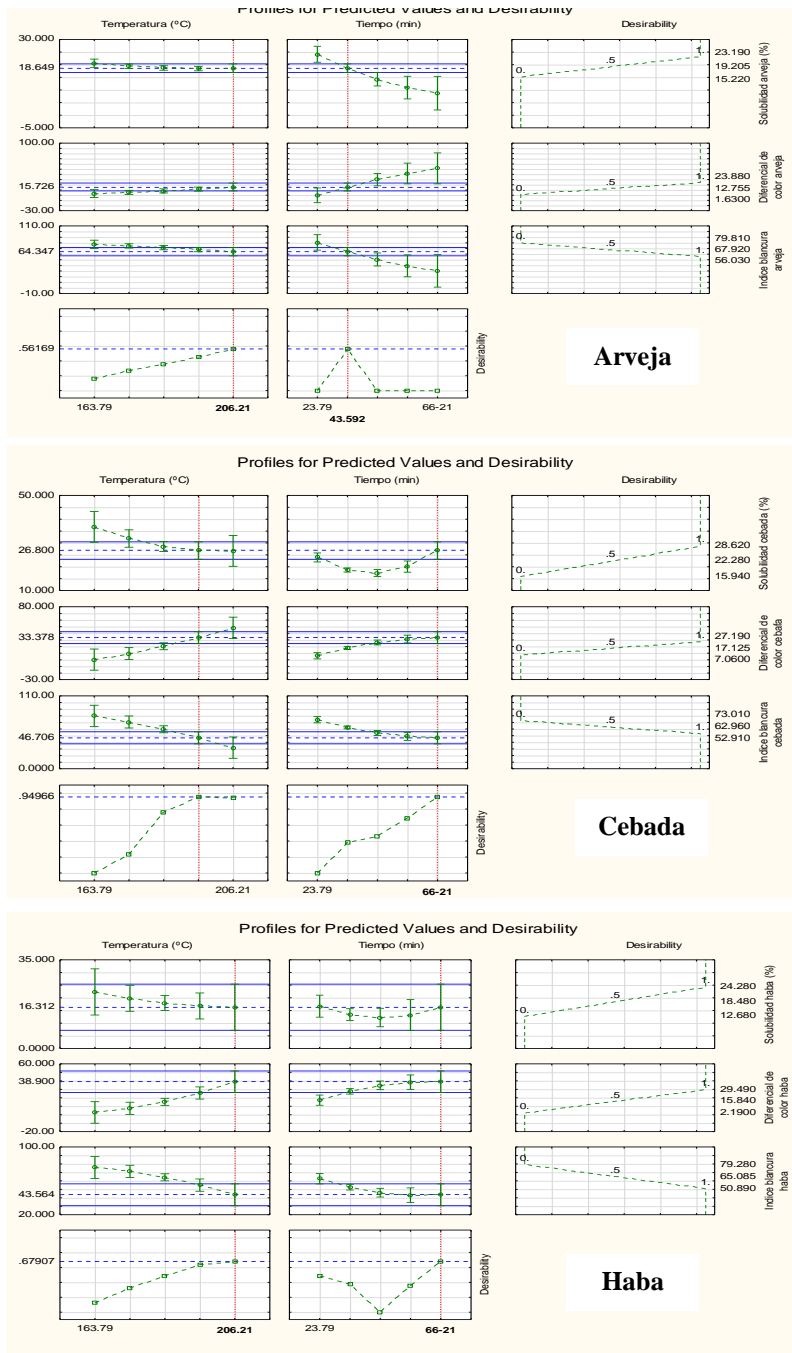


Figura 27

Ficha de evaluación de aceptabilidad general

FICHA DE EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD GENERAL

EDAD:.....22.....SEXO:.....F.....FECHA:.....05.08.2025

MUESTRAS: BEBIDA INSTANTÁNEA DE ARVEJA, CEBADA Y HABA

INSTRUCCIONES:

Se le presenta a usted trece muestras de una bebida instantánea elaborada a base de mezclas con distintos porcentajes de arveja, cebada y haba, deguste cuidadosamente cada muestra y coloque su calificación según su preferencia de aceptabilidad general.

Marque con una "X" de acuerdo a cuanto le gusta o le disgusta cada muestra según la escala proporcionada.

ESCALA	MUESTRAS												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
Me gusta extremadamente								X				X	
Me gusta mucho					X		X			X	X		
Me gusta moderadamente		X	X										X
Me gusta ligeramente	X			X		X			X				
Ni me gusta ni me disgusta													
Me desagrada ligeramente													
Me desagrada moderadamente													
Me desagrada mucho													
Me desagrada extremadamente													

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.

Análisis estadísticos de la segunda etapa (tostado de granos de arveja, cebada y haba)

Arveja

Solubilidad

Factor	ANOVA; Var.:Solubilidad arveja (%); R-sqr=.82755; Adj.:.70438 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=.61997 DV: Solubilidad arveja (%)				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	4,81919	1	4,81919	7,77327	0,049410
Temperatura (°C)(Q)	1,22232	1	1,22232	1,97159	0,232960
(2)Tiempo (min)(L)	29,55859	1	29,55859	47,67746	0,002307
Tiempo (min)(Q)	6,56517	1	6,56517	10,58950	0,031253
1L by 2L	5,54603	1	5,54603	8,94563	0,040301
Lack of Fit	8,03086	3	2,67695	4,31788	0,095764
Pure Error	2,47988	4	0,61997		
Total SS	60,95112	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Solubilidad arveja (%); R-sqr=.82755; Adj.:.70438 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=.61997 DV: Solubilidad arveja (%)					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	58,94052	49,09957	1,20043	0,296202	-77,3817	195,2628
(1)Temperatura (°C)(L)	-0,52448	0,51084	-1,02671	0,362587	-1,9428	0,8938
Temperatura (°C)(Q)	0,00191	0,00136	1,40413	0,232960	-0,0019	0,0057
(2)Tiempo (min)(L)	0,70802	0,32841	2,15592	0,097333	-0,2038	1,6198
Tiempo (min)(Q)	0,00139	0,00043	3,25415	0,031253	0,0002	0,0026
1L by 2L	-0,00523	0,00175	-2,99093	0,040301	-0,0101	-0,0004

Diferencial de color

Factor	ANOVA; Var.:Diferencial de color arveja; R-sqr=.86896; Adj.:.77536 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=12.37583 DV: Diferencial de color arveja				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	193,4636	1	193,4636	15,63237	0,016765
Temperatura (°C)(Q)	2,8038	1	2,8038	0,22656	0,658921
(2)Tiempo (min)(L)	166,8878	1	166,8878	13,48498	0,021350
Tiempo (min)(Q)	23,8619	1	23,8619	1,92811	0,237287
1L by 2L	83,8140	1	83,8140	6,77240	0,059898
Lack of Fit	30,1851	3	10,0617	0,81301	0,549638
Pure Error	49,5033	4	12,3758		
Total SS	608,1235	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Diferencial de color arveja; R-sqr=.86896; Adj.:.77536 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=12.37583 DV: Diferencial de color arveja					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc .	196,6731	219,3711	0,89653	0,420649	-412,399	805,7450
(1)Temperatura (°C)(L)	-1,6603	2,2824	-0,72744	0,507250	-7,997	4,6766
Temperatura (°C)(Q)	0,0029	0,0061	0,47598	0,658921	-0,014	0,0198
(2)Tiempo (min)(L)	-3,2044	1,4673	-2,18393	0,094330	-7,278	0,8694
Tiempo (min)(Q)	-0,0027	0,0019	-1,38856	0,237287	-0,008	0,0027
1L by 2L	0,0203	0,0078	2,60238	0,059898	-0,001	0,0420

Índice de blancura

Factor	ANOVA; Var.:Índice blancura arveja; R-sqr=.8568; Adj:.75451 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=11.80933 DV: Índice blancura arveja				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	198,1281	1	198,1281	16,77725	0,014902
Temperatura (°C)(Q)	0,7528	1	0,7528	0,06374	0,813116
(2)Tiempo (min)(L)	201,1524	1	201,1524	17,03334	0,014528
Tiempo (min)(Q)	34,9343	1	34,9343	2,95819	0,160561
1L by 2L	72,7609	1	72,7609	6,16131	0,068051
Lack of Fit	45,5270	3	15,1757	1,28506	0,393559
Pure Error	47,2373	4	11,8093		
Total SS	647,7741	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Índice blancura arveja; R-sqr=.8568; Adj:.75451 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=11.80933 DV: Índice blancura arveja					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-54,5104	214,2915	-0,25437	0,811748	-649,479	540,4582
(1)Temperatura (°C)(L)	1,0770	2,2295	0,48306	0,654299	-5,113	7,2672
Temperatura (°C)(Q)	-0,0015	0,0059	-0,25248	0,813116	-0,018	0,0150
(2)Tiempo (min)(L)	2,8660	1,4333	1,99955	0,116176	-1,114	6,8455
Tiempo (min)(Q)	0,0032	0,0019	1,71994	0,160561	-0,002	0,0084
1L by 2L	-0,0190	0,0076	-2,48220	0,068051	-0,040	0,0022

Cebada

Solubilidad

Factor	ANOVA; Var.:Solubilidad cebada (%); R-sqr=.90269; Adj:.83318 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=.58862 DV: Solubilidad cebada (%)				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	7,4148	1	7,41480	12,5969	0,023815
Temperatura (°C)(Q)	16,7226	1	16,72255	28,4098	0,005965
(2)Tiempo (min)(L)	15,2030	1	15,20303	25,8283	0,007070
Tiempo (min)(Q)	88,7709	1	88,77092	150,8119	0,000253
1L by 2L	5,5225	1	5,52250	9,3821	0,037548
Lack of Fit	12,7693	3	4,25644	7,2312	0,043011
Pure Error	2,3545	4	0,58862		
Total SS	155,4159	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Solubilidad cebada (%); R-sqr=.90269; Adj:.83318 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=.58862 DV: Solubilidad cebada (%)					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	218,6019	47,84206	4,56924	0,010267	85,77110	351,4328
(1)Temperatura (°C)(L)	-2,3204	0,49776	-4,66175	0,009577	-3,70242	-0,9384
Temperatura (°C)(Q)	0,0071	0,00133	5,33008	0,005965	0,00339	0,0108
(2)Tiempo (min)(L)	0,4086	0,32000	1,27683	0,270748	-0,47987	1,2970
Tiempo (min)(Q)	0,0051	0,00042	12,28055	0,000253	0,00396	0,0063
1L by 2L	-0,0052	0,00170	-3,06302	0,037548	-0,00996	-0,0005

Diferencial de color

Factor	ANOVA; Var.:Diferencial de color cebafa; R-sqr=.85667; Adj.:75429 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=3.57885 DV: Diferencial de color cebafa				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	119,3470	1	119,3470	33,34787	0,004465
Temperatura (°C)(Q)	24,6794	1	24,6794	6,89590	0,058430
(2)Tiempo (min)(L)	183,2885	1	183,2885	51,21437	0,002018
Tiempo (min)(Q)	56,3342	1	56,3342	15,74086	0,016574
1L by 2L	46,1041	1	46,1041	12,88238	0,022978
Lack of Fit	54,0376	3	18,0125	5,03306	0,076254
Pure Error	14,3154	4	3,5789		
Total SS	476,8943	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Diferencial de color cebafa; R-sqr=.85667; Adj.:75429 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=3.57885 DV: Diferencial de color cebafa					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	363,6271	117,9680	3,08242	0,036845	36,09554	691,1587
(1)Temperatura (°C)(L)	-3,6039	1,2274	-2,93628	0,042547	-7,01157	-0,1962
Temperatura (°C)(Q)	0,0086	0,0033	2,62600	0,058430	-0,00049	0,0177
(2)Tiempo (min)(L)	-2,0886	0,7890	-2,64702	0,057159	-4,27934	0,1021
Tiempo (min)(Q)	-0,0041	0,0010	-3,96748	0,016574	-0,00693	-0,0012
1L by 2L	0,0151	0,0042	3,58920	0,022978	0,00342	0,0268

Índice de blancura

Factor	ANOVA; Var.:Índice blancura cebada; R-sqr=.85533; Adj.:.752 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=3.62682 DV: Índice blancura haba				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	119,5257	1	119,5257	32,95606	0,004562
Temperatura (°C)(Q)	24,4503	1	24,4503	6,74153	0,060273
(2)Tiempo (min)(L)	183,3385	1	183,3385	50,55076	0,002068
Tiempo (min)(Q)	55,9440	1	55,9440	15,42508	0,017139
1L by 2L	45,6300	1	45,6300	12,58128	0,023863
Lack of Fit	54,5750	3	18,1917	5,01588	0,076650
Pure Error	14,5073	4	3,6268		
Total SS	477,5193	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Índice blancura cebada; R-sqr=.85533; Adj.:.752 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=3.62682 DV: Índice blancura haba					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-281,517	118,7559	-2,37055	0,076775	-611,236	48,20249
(1)Temperatura (°C)(L)	3,585	1,2356	2,90182	0,044037	0,155	7,01584
Temperatura (°C)(Q)	-0,009	0,0033	-2,59645	0,060273	-0,018	0,00059
(2)Tiempo (min)(L)	2,075	0,7943	2,61289	0,059240	-0,130	4,28081
Tiempo (min)(Q)	0,004	0,0010	3,92748	0,017139	0,001	0,00694
1L by 2L	-0,015	0,0042	-3,54701	0,023863	-0,027	-0,00326

Haba

Solubilidad

Factor	ANOVA; Var.:Solubilidad haba (%); R-sqr=.73135; Adj.:53945 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=1.15783 DV: Solubilidad haba (%)				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	63,9122	1	63,91218	55,19997	0,001752
Temperatura (°C)(Q)	3,0556	1	3,05556	2,63904	0,179591
(2)Tiempo (min)(L)	24,3865	1	24,38652	21,06226	0,010112
Tiempo (min)(Q)	25,2256	1	25,22560	21,78696	0,009535
1L by 2L	0,1296	1	0,12960	0,11193	0,754761
Lack of Fit	29,2537	3	9,75125	8,42200	0,033387
Pure Error	4,6313	4	1,15783		
Total SS	126,1303	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Solubilidad haba (%); R-sqr=.73135; Adj.:53945 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=1.15783 DV: Solubilidad haba (%)					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	172,0238	67,09879	2,56374	0,062391	-14,2723	358,3199
(1)Temperatura (°C)(L)	-1,3442	0,69811	-1,92552	0,126465	-3,2825	0,5940
Temperatura (°C)(Q)	0,0030	0,00186	1,62451	0,179591	-0,0021	0,0082
(2)Tiempo (min)(L)	-0,5161	0,44880	-1,15000	0,314221	-1,7622	0,7299
Tiempo (min)(Q)	0,0027	0,00058	4,66765	0,009535	0,0011	0,0044
1L by 2L	0,0008	0,00239	0,33456	0,754761	-0,0058	0,0074

Diferencial de color

Factor	ANOVA; Var.:Diferencial de color haba; R-sqr=.93619; Adj:.89061 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=2.25885 DV: Diferencial de color haba				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	516,5781	1	516,5781	228,6907	0,000111
Temperatura (°C)(Q)	51,3013	1	51,3013	22,7112	0,008868
(2)Tiempo (min)(L)	159,5604	1	159,5604	70,6379	0,001097
Tiempo (min)(Q)	60,3339	1	60,3339	26,7100	0,006660
1L by 2L	6,0762	1	6,0762	2,6900	0,176326
Lack of Fit	42,7999	3	14,2666	6,3159	0,053543
Pure Error	9,0354	4	2,2589		
Total SS	812,3457	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Diferencial de color haba; R-sqr=.93619; Adj:.89061 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=2.25885 DV: Diferencial de color haba					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	P	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	359,5120	93,72081	3,83599	0,018523	99,30137	619,7227
(1)Temperatura (°C)(L)	-4,2990	0,97509	-4,40885	0,011611	-7,00631	-1,5917
Temperatura (°C)(Q)	0,0124	0,00260	4,76563	0,008868	0,00518	0,0196
(2)Tiempo (min)(L)	-0,3202	0,62686	-0,51084	0,636363	-2,06068	1,4202
Tiempo (min)(Q)	-0,0042	0,00082	-5,16817	0,006660	-0,00649	-0,0020
1L by 2L	0,0055	0,00334	1,64011	0,176326	-0,00380	0,0148

Índice de blancura

Factor	ANOVA; Var.:Índice blancura haba; R-sqr=.93177; Adj:.88303 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=2.32177 DV: Índice blancura haba				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura (°C)(L)	551,4483	1	551,4483	237,5120	0,000103
Temperatura (°C)(Q)	33,6915	1	33,6915	14,5111	0,018951
(2)Tiempo (min)(L)	175,1657	1	175,1657	75,4449	0,000967
Tiempo (min)(Q)	67,4148	1	67,4148	29,0360	0,005736
1L by 2L	2,5760	1	2,5760	1,1095	0,351610
Lack of Fit	48,4431	3	16,1477	6,9549	0,045838
Pure Error	9,2871	4	2,3218		
Total SS	846,1157	12			

Factor	Regr. Coefficients; Var.:Índice blancura haba; R-sqr=.93177; Adj:.88303 (Datos tesis Percy y Luz Deli) 2 factors, 1 Blocks, 13 Runs; MS Pure Error=2.32177 DV: Índice blancura haba					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t(4)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-179,189	95,01713	-1,88586	0,132381	-442,999	84,62041
(1)Temperatura (°C)(L)	3,325	0,98858	3,36370	0,028208	0,581	6,07000
Temperatura (°C)(Q)	-0,010	0,00264	-3,80935	0,018951	-0,017	-0,00272
(2)Tiempo (min)(L)	-0,070	0,63553	-0,11009	0,917644	-1,834	1,69456
Tiempo (min)(Q)	0,004	0,00083	5,38850	0,005736	0,002	0,00676
1L by 2L	-0,004	0,00339	-1,05333	0,351610	-0,013	0,00583