

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“COMPORTAMIENTO REOLÓGICO, FISICOQUÍMICO Y DE PANIFICACIÓN
DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) Y HARINA DE PITUCA
(*Colocasia esculenta*)”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
ALIMENTOS

AUTOR:

KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO

ASESOR:

ING. VÍCTOR ALEXIS HIGINIO RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Callao, 2023












PERÚ

**“COMPORTAMIENTO REOLÓGICO, FISICOQUÍMICO Y DE PANIFICACIÓN
DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) Y HARINA DE PITUCA
(*Colocasia esculenta*)”**

Document Information

Analyzed document	INFORME FINAL TESIS 2022 FIPA-AUTOR KERLY TORRES MONTENEGRO.docx (D146462617)
Submitted	2022-10-14 17:38:00
Submitted by	INVESTIGACIÓN FIPA-UNAC
Submitter email	fipa.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	9%
Analysis address	fipa.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	GLADYS ANDREINA CASTRO HINOJOSA.docx Document GLADYS ANDREINA CASTRO HINOJOSA.docx (D140968338)		2
SA	TESIS CORREGIDA EL 17 de ABRIL 2015 JAVIER.docx Document TESIS CORREGIDA EL 17 de ABRIL 2015 JAVIER.docx (D13989664)		2
SA	GUERRERO GARCIA NOELIA_S7_SEMINARIO I.pdf Document GUERRERO GARCIA NOELIA_S7_SEMINARIO I.pdf (D138147616)		2
SA	PROYECTO DE TESIS_EZPINOZA JHUNIOR Y GUERRERO NOELIA-IIA.docx Document PROYECTO DE TESIS_EZPINOZA JHUNIOR Y GUERRERO NOELIA-IIA.docx (D142661462)		1
SA	Tesis Angelito Morales - recibida 24-05-2015 DEFINITIVA.pdf Document Tesis Angelito Morales - recibida 24-05-2015 DEFINITIVA.pdf (D14509716)		1
SA	SALAZAR HARINAS TUTORIA 3 MAR.docx Document SALAZAR HARINAS TUTORIA 3 MAR.docx (D18295787)		12
SA	TESIS TRABAJANDO casi final.docx Document TESIS TRABAJANDO casi final.docx (D13428202)		1
SA	trabajo de titulación Gusque_Nataly.docx Document trabajo de titulación Gusque_Nataly.docx (D142621813)		2
SA	LOS CEREALES.doc Document LOS CEREALES.doc (D14890065)		1
SA	Documento de Tesis - GUTIERREZ CASTILLO...docx Document Documento de Tesis - GUTIERREZ CASTILLO...docx (D134843933)		3
SA	Tesis Final Andres Bermeo Dic.docx Document Tesis Final Andres Bermeo Dic.docx (D16753394)		6

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos

TÍTULO: **“COMPORTAMIENTO REOLOGICO, FISICOQUIMICO Y DE PANIFICACION DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) Y HARINA DE PITUCA (*Colocasia esculenta*)”**

AUTOR: TORRES MONTENEGRO, KERLY MARKEY

CÓDIGO ORCID: 0009-0002-1399-4473

DNI: 48149499

ASESOR: HIGINIO RUBIO, VÍCTOR ALEXIS

CÓDIGO ORCID: 0000-0001-8403-7369

DNI: 06044100

LUGAR DE EJECUCIÓN: COGORNO S.A.

UNIDADES DE ANÁLISIS: Mezcla de harina de trigo y harina de pituca

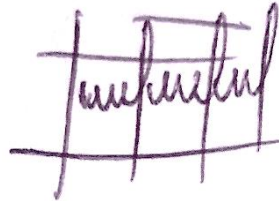
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada

ENFOQUE: Cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

TEMA OCDE: 2.11.00 -- Otras Ingenierías y Tecnologías

**“COMPORTAMIENTO REOLOGICO, FISICOQUIMICO Y DE PANIFICACION
DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) Y HARINA DE PITUCA
(*Colocasia esculenta*)”**



KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO
TESISTA



ING. VÍCTOR ALEXIS HIGINIO RUBIO
ASESOR

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la sala de sesiones de Consejo de Facultad (2do piso del Pabellón B – FIPA) de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao ubicada en la Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista – Callao. Siendo las 12:15 horas del 24 de noviembre del 2023. Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis Titulada: “Comportamiento reológico, físico químico y de panificación de mezclas de harina de trigo (*Triticum* spp) y harina de pituca (*Colocaccia esculenta*)” designados mediante la resolución de Decano N° 086-2023-DFIPA, conformado por:

Mg. Rodolfo César Bailón Neyra	Presidente
Mg. Juan Reynaldo Sosa Nuñez	Secretario
Dr. Genaro Christian Pesantes Arriola	Vocal
Dr. Wilmer Huamaní Palomino	Suplente
Ing° Víctor Alexis Higinio Rubio	Asesor

Se reunieron para desarrollar en acto público de sustentación de la tesis indicada cuyo autor es el bachiller Sr. Kerly Markey Torres Montenegro, previa lectura de la resolución de Decano N° 086-2023-DFIPA del 12 de julio de 2023, el oficio N° 016-2023-RBN de fecha 15 de noviembre de 2023 y la Resolución de Decano N° 145-2023-DFIPA de fecha 20 de noviembre 2023 que declara expedito para la sustentación de Tesis.

Seguidamente se dio inicio a la sustentación de la Tesis invitando al bachiller Sr. Kerly Markey Torres Montenegro para que sustente la Tesis: “Comportamiento

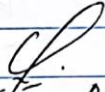
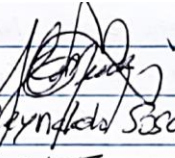
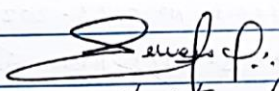
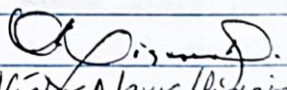
reológico, físico químico y de panificación de mezclas de harina de trigo (*Triticum* spp) y harina de pituca (*Colocaccia esculenta*)”.

Terminada la sustentación el Jurado de Sustentación somete al bachiller Sr. Kerly Markey Torres Montenegro a las preguntas relacionadas a la Tesis expuesta para ser absueltas por el sustentante. Culminado esta etapa el jurado realiza la deliberación para determinar la calificación de la Tesis; finalizada la deliberación para determinar la calificación el jurado de sustentación otorga al Tesista la calificación de DIECISIETE (17) MUY BUENO. Seguidamente se dio lectura en público del acta de sustentación.

Acto seguido se realizó la juramentación del titulado a cargo del Presidente del Jurado.

Siendo las 13:40 horas del mismo día y habiendo cumplido con lo dispuesto en el Art. 82 del Reglamento de Grados y Titulos de pregrado.

Se declara cerrada la sesión, dado fe de lo actuado con las respectivas firmas.

 Mg. Rodolfo César Bailón Nerra Presidente del Jurado de Tesis	 Mg. Juan Reynaldo Sosa Muñoz Secretario del Jurado de Tesis
 Dr. Genaro Christian Pesantes Arriola Vocal del Jurado de Tesis	 Ing. Víctor Alexis Higiénico Rubio Asesor



Acta de sustentación

En la sala de sesiones de Consejo de Facultad (2do. Piso del Pabellón B - FIPA) de la Facultad de Ingeniería Pesquera de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao ubicado en la Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista - Callao. Siendo las 12:15 horas del 24 de noviembre del 2023. Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis Titulada: "Comportamiento reológico, físico químico y de panificación de mezclas de harina de Trigo (*Triticum spp*) y harina de pituca (*Colocasia esculenta*)" designados mediante la Resolución de Decano N° 006-2023-DFIPA, conformado por:

Mg. Rodolfo César Bailón Neira.	Presidente
Mg. Juan Reynaldo Sosa Nuñez	Secretario
Dr. Genaro Christian Pesantes Anriola	Vocal
Dr. Wilmer Huamani Patomino	Suplente
Ing. Víctor Alexis Higinio Rubio	Asesor

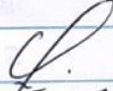
Se reunieron para desarrollar en acto público de sustentación de la tesis indicada cuyo autor es el bachiller Sr. Kerly Markey Torres Montenegro, previa la lectura de la Resolución de Decano N° 006-2023-DFIPA del 12 de julio de 2023, el Oficio N° 016-2023-RBN de fecha 15 de noviembre de 2023 y la Resolución de Decano N° 145-2023-DFIPA de fecha 20 de noviembre de 2023 que declara expedito para la sustentación de tesis. Seguidamente se dio inicio a la sustentación de la tesis invitando al bachiller Sr. Kerly Markey Torres Montenegro para que sustente la tesis "Comportamiento reológico, físico químico y de panificación de mezclas de harina de trigo (*Triticum spp*) y harina de pituca (*Colocasia esculenta*)". Terminada la sustentación el Jurado de Sustentación somete al bachiller Sr. Kerly Markey Torres Montenegro a las preguntas relacionadas a la tesis expuesta para ser absueltas por el sustentante. Culminando esta etapa pa

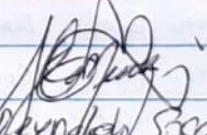


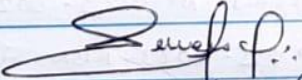
el jurado realiza la deliberación para determinar la calificación de la tesis; finalizada la deliberación para determinar la calificación el jurado de sustentación otorga al Tesisista la calificación de DIECISIETE (17) MUY BUENO. Seguidamente se dio lectura en público el acta de sustentación. Acto seguido se realizó la juramentación del Titulado a cargo del Presidente del Jurado.

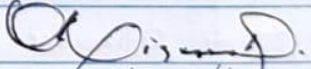
Siendo las 13:40 horas del mismo día y habiendo cumplido con lo dispuesto en el Art. 82 del Reglamento de Grados y Títulos de pregrado.

Se declara cerrada la sesión, dando fe de lo actuado con las respectivas firmas.


Mg. Rodolfo César Bailón Neira
Presidente del Jurado de Tesis


Mg. Juan Reynaldo Sosa Muñoz
Secretario del Jurado de Tesis


Dr. Genaro Christian Pescantes Arriola
Vocal del Jurado de Tesis


Ing. Víctor Alexis Higinio Rubio
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional,
porque siempre creyeron en mí y me apoyaron desde
que tuve que dejar su hogar para iniciar mi proyecto
de vida profesional alejado de ellos, me enseñaron a
perseverar ante cualquier adversidad.

A mis hermanos por su cariño y apoyo inmenso,
por el tiempo que no pude compartir con ellos.

También a mis familiares que me extendieron su
mano para brindarme su inmenso apoyo.

Y a mis amistades que conocí a lo largo de mi
carrera universitaria y durante la ejecución de
mi tesis, gracias por sus sabios consejos
y palabras de motivación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la salud en estos tiempos difíciles de pandemia por la que atravesamos, por cuidar de mi familia y amigos, quienes son mi apoyo y motivación para mi crecimiento personal y profesional.

A la empresa Cogorno S.A. y a sus líderes, quienes me brindaron el apoyo y las facilidades para poder ejecutar mi proyecto dentro de sus instalaciones.

Al ing. Víctor Alexis Higinio Rubio por haberme brindado su apoyo legal con su asesoría, por su guía y apoyo desde que nació la idea del proyecto, hasta el desarrollo del mismo. De igual manera mi especial agradecimiento al ing. Braulio Bustamante Oyague, quien me brindó sus conocimientos y experiencia en el tema de tesis, en los diseños experimentales, con sus consejos logré esclarecer mis dudas y hacer factible la ejecución del proyecto.

También a mis profesores y personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, que contribuyeron en el forjamiento de mis conocimientos cognitivos en mi hermosa carrera y por sus aportes humanísticos.

A mis padres por su apoyo incondicional, su motivación y buenos consejos que me ayudaron a tomar buenas decisiones. A mis familiares y amistades que de alguna u otra manera contribuyeron en éxito de esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	21
ABSTRACT	22
INTRODUCCIÓN	23
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.1. Descripción de la realidad problemática	25
1.2. Formulación del problema.....	26
1.2.1. Problema general.....	26
1.2.2. Problemas específicos	26
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo general	26
1.3.2. Objetivos específicos.....	26
1.4. Justificación.	27
1.4.1. Legal.....	27
1.4.2. La justificación del proyecto desde de punto de vista teórico:	27
1.4.3. La Justificación del proyecto desde de punto de vista tecnológico:	27
1.4.4. La Justificación del proyecto desde de punto de vista económica:	27
1.5. Limitantes de la investigación.	28
1.5.1. Limitante Teórica	28
1.5.2. Limitante Temporal.....	28
1.5.3. Limitante Espacial.....	28
II. MARCO TEÓRICO	29
2.1. Antecedentes	29
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	29
2.1.2. Antecedentes Nacionales	31
2.2. Bases teóricas	34
2.2.1. La Pituca.....	34
2.2.2. Usos de la pituca.....	38
2.2.3. Harina de pituca	39
2.2.4. El Trigo.....	40
2.2.5. La harina de trigo	55
2.2.6. Clasificación de la harina de trigo	57

2.2.7. Componentes principales de la harina de trigo.....	59
2.2.8. Pruebas fisicoquímicas para la evaluación de la harina.....	62
2.2.9. Pruebas reológicas para la evaluación de la harina.....	68
2.2.10. Prueba de panificación	75
2.2.11. Impacto ambiental	83
2.3. Conceptual.....	84
2.4. Definición de términos básicos	84
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	86
3.1. Hipótesis	86
3.1.1. Hipótesis general	86
3.1.2. Hipótesis específicas.....	86
3.2. Variables	86
3.2.1. Variables independientes.....	86
3.2.2. Variables dependientes.....	86
3.3. Operacionalización de las variables.....	87
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	88
4.1. Tipo y diseño de investigación	88
4.2. Método de investigación	88
4.3. Población y muestra	88
4.3.1. Población.....	88
4.3.2. Muestra.....	89
4.4. Lugar de estudio	90
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	90
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	91
V. RESULTADOS.....	95
5.1. Resultados descriptivos	95
5.1.1. De la obtención de las harinas de trigo y harina de pituca	95
5.1.2. De las características físico químicas de las mezclas de harinas	96
5.1.3. De las características reológicas de las mezclas de harinas	101
5.1.4. De las características del pan.....	104
5.2. Resultados inferenciales.....	106
5.2.1. De la obtención de las harinas de trigo y harina de pituca	106
5.2.2. De las características físico químicas de las mezclas de harinas	107
5.2.3. De las características reológicas de las mezclas de harinas	110

5.2.4. De las características del pan.....	117
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	120
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	120
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	122
VII. CONCLUSIONES	127
VIII. RECOMENDACIONES.....	129
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	136
ANEXOS	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición físico química de la pituca	36
Tabla 2. Composición de los carbohidratos de la pituca.....	37
Tabla 3. Contenido de ácido oxálico en hojuelas de pituca	38
Tabla 4. Requisitos físico químicos de harinas sucedáneas de trigo para consumo humano	40
Tabla 5. Clasificación taxonómica del trigo harinero.....	42
Tabla 6. Intervalo de variación en la concentración de los principales componentes del trigo	44
Tabla 7. Trigo – Superficie cosechada, producción, rendimiento, precios e importación.....	48
Tabla 8. Productos de molturación según su granulometría.....	51
Tabla 9. Composición porcentual de la harina de trigo.....	56
Tabla 10. Micronutrientes recomendados por el ministerio de salud para la fortificación de la harina	57
Tabla 11. Requisitos físico químicos de harina de trigo, según tipo	58
Tabla 12. Clasificación de la harina por su fuerza panadera	58
Tabla 13. Principales características de las proteínas del grano de trigo según el método de separación Osborne y Voorhees	61
Tabla 14. Principales características de las distintas zonas del endosperma del grano de trigo, en función de su molienda	65
Tabla 15. Operacionabilidad de las variables	87
Tabla 16. Parámetros físico químicos del trigo CWRS	95
Tabla 17. Análisis físico químicos de la harina de pituca (Colocasia esculenta)	96
Tabla 18. Humedades de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	96
Tabla 19. Proteínas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	97
Tabla 20. Gluten húmedo de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	97
Tabla 21. Gluten seco de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	98
Tabla 22. Índice de gluten de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	98
Tabla 23. Cenizas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	99

Tabla 24. Acidez de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	99
Tabla 25. Almidón dañado de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	100
Tabla 26. Número de caída de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	100
Tabla 27. Simulador mixolab de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca	101
Tabla 28. Mixolab de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	102
Tabla 29. Parámetros del alveograma de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	103
Tabla 30. Parámetros del pan de molde elaborados con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	104
Tabla 31. Formulación de elaboración del pan de molde elaborados con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	105
Tabla 32. Resultados comparativos de los análisis físico químicos de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	108
Tabla 33. Resultados comparativos de los parámetros del simulador mixolab de las mezclas de harinas.....	111
Tabla 34. Comparación de los parámetros de la curva del mixolab estándar de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	113
Tabla 35. Comparación de los parámetros de la curva del alveograma de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	116
Tabla 36. Comparación de los parámetros físicos del pan elaborado con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del grano de trigo	43
Figura 2. Importación granos de trigo por principales países de origen, 2018 .	47
Figura 3. Moléculas de glucosa formando los dos tipos de almidón	60
Figura 4. Esquema de la formación del gluten a partir de la glutenina y gliadina	63
Figura 5. Grafica del simulador Mixolab	70
Figura 6. Grafica del Mixolab estándar.....	71
Figura 7. Curva del alveograma	74
Figura 8. Diagrama de flujo de elaboración del pan	82
Figura 9. Diagrama de proceso de la molienda experimental del trigo CWRS.	92
Figura 10. Diagrama de proceso del deshidratado de la pituca	93
Figura 11. Diagrama de proceso elaboración del pan de molde	94
Figura 12. Pan de molde, elaborado con 100% harina de trigo.....	105
Figura 13. Pan de molde, elaborado con la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca.....	105
Figura 14. Pan de molde, elaborado con la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca.....	106
Figura 15. Pan de molde, elaborado con la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca.....	106
Figura 16. Graficas comparativas del simulador mixolab de las mezclas de harinas de trigo con harina de pituca	112
Figura 17. Graficas comparativas del mixolab estándar de las mezclas de harinas de trigo con harina de pituca	115
Figura 18. Comparativa del pan de molde, elaborado la mezcla de harina de trigo y harina de pituca	119

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Informe de ensayo: Análisis físico químico de la harina de pituca ..	137
Anexo 2. Informe de ensayo: Determinación de proteínas de la harina de trigo	138
Anexo 3. Informe de ensayo: Determinación de proteínas de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	139
Anexo 4. Informe de ensayo: Determinación de proteínas de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	140
Anexo 5. Informe de ensayo: Determinación de proteínas en la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	141
Anexo 6. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 1	142
Anexo 7. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 2.....	143
Anexo 8. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 3.....	144
Anexo 9. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 4.....	145
Anexo 10. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 1	146
Anexo 11. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 2	147
Anexo 12. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 3	148
Anexo 13. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 4	149
Anexo 14. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 1	150
Anexo 15. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 2	151
Anexo 16. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 3	152
Anexo 17. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 4	153
Anexo 18. Simulador mixolab de la mezcla de 85% harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 1	154

Anexo 19. Simulador mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 2	155
Anexo 20. Simulador mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 3	156
Anexo 21. Simulador mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 4	157
Anexo 22. Mixolab de la harina de trigo, réplica 1	158
Anexo 23. Mixolab de la harina de trigo, réplica 2.....	159
Anexo 24. Mixolab de la harina de trigo, réplica 3.....	160
Anexo 25. Mixolab de la harina de trigo, réplica 4.....	161
Anexo 26. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 1	162
Anexo 27. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 2	163
Anexo 28. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 3	164
Anexo 29. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 4	165
Anexo 30. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 1	166
Anexo 31. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 2	167
Anexo 32. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 3	168
Anexo 33. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 4	169
Anexo 34. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 1	170
Anexo 35. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 2	171
Anexo 36. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 3	172
Anexo 37. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 4	173

Anexo 38. Alveograma de la harina de trigo, réplica 1	174
Anexo 39. Alveograma de la harina de trigo, réplica 2	175
Anexo 40. Alveograma de la harina de trigo, réplica 3	176
Anexo 41. Alveograma de la harina de trigo, réplica 4	177
Anexo 42. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 1	178
Anexo 43. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 2	179
Anexo 44. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 3	180
Anexo 45. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 4	181
Anexo 46. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 1	182
Anexo 47. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 2	183
Anexo 48. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 3	184
Anexo 49. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 4	185
Anexo 50. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 1	186
Anexo 51. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 2	187
Anexo 52. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 3	188
Anexo 53. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 4	189
Anexo 54. Análisis estadístico de las humedades de las mezclas de harinas de trigo y de pituca	190
Anexo 55. Análisis estadístico del gluten húmedo de las mezclas de harinas	191
Anexo 56. Análisis estadístico del gluten seco de las mezclas de harinas.....	192
Anexo 57. Análisis estadístico del índice gluten de las mezclas de harinas...	193
Anexo 58. Análisis estadístico de las cenizas de las mezclas de harinas	194

Anexo 59. Análisis estadístico de la acidez de las mezclas de harinas.....	195
Anexo 60. Análisis estadístico del almidón dañado de las mezclas de harinas	196
Anexo 61. Análisis estadístico del número de caída de las mezclas de harinas	197
Anexo 62. Análisis estadístico de la absorción del simulador mixolab de las mezclas de harinas	198
Anexo 63. Análisis estadístico del tiempo de desarrollo del simulador mixolab de las mezclas de harinas.....	199
Anexo 64. Análisis estadístico de la estabilidad del simulador mixolab de las mezclas de harinas	200
Anexo 65. Análisis estadístico del debilitamiento del simulador mixolab de las mezclas de harinas	201
Anexo 66. Análisis estadístico del Cmax del simulador mixolab de las mezclas de harinas	202
Anexo 67. Análisis estadístico de la hidratación del mixolab estándar de las mezclas de harinas	203
Anexo 68. Análisis estadístico del desarrollo de la masa (C1) del mixolab estándar de las mezclas de harinas.....	204
Anexo 69. Análisis estadístico de la calidad de la proteína (C2) del mixolab estándar de las mezclas de harinas.....	205
Anexo 70. Análisis estadístico de la gelatinización del almidón (C3) del mixolab estándar de las mezclas de harinas.....	206
Anexo 71. Análisis estadístico de la actividad amilásica (C4) del mixolab estándar de las mezclas de harinas.....	207
Anexo 72. Análisis estadístico de la retrogradación del almidón (C5) del mixolab estándar de las mezclas de harinas.....	208
Anexo 73. Análisis estadístico de la tenacidad (P) del alveograma de las mezclas de harinas	209
Anexo 74. Análisis estadístico de la elasticidad (L) del alveograma de las mezclas de harinas	210
Anexo 75. Análisis estadístico de la fuerza panadera (W) del alveograma de las mezclas de harinas	211

Anexo 76. Análisis estadístico de la relación Tenacidad/Extensibilidad (P/L) del alveograma de las mezclas de harinas	212
Anexo 77. Análisis estadístico de la altura del pan elaborado con las mezclas de harinas	213
Anexo 78. Análisis estadístico del volumen del pan elaborado con las mezclas de harinas	214
Anexo 79. Análisis estadístico del peso del pan elaborado con las mezclas de harinas	215
Anexo 80. Balance de materia del deshidratado de la pituca, en porcentaje .	216
Anexo 81. Balance de materia del deshidratado de la pituca, en gramos	217
Anexo 82. Obtención de la harina de pituca.....	218
Anexo 83. Balance de materia de la molienda experimental del trigo CWRS, en porcentaje	219
Anexo 84. Balance de materia de la molienda experimental del trigo CWRS, en gramos	220
Anexo 85. Obtención de la harina de trigo	221
Anexo 86. Determinación de los análisis físico químicos	221
Anexo 87. Determinación de los análisis reológicos	224
Anexo 88. Ejecución de la prueba de panificación	225

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación. La investigación es de tipo aplicada, con diseño experimental y método cuantitativo. La población se constituyó por las unidades producidas en los ensayos y la muestra probabilística se obtuvo al azar. La tesis se desarrolló en cuatro etapas, en la etapa I se obtuvieron las harinas de trigo y harina de pituca, se prepararon las mezclas con sustituciones de la harina de trigo por el 5%, 10% y 15% de harina de pituca y una muestra de control de 100% harina de trigo; en la etapa II se realizó la evaluación fisicoquímica, en la etapa III se determinó el comportamiento reológico y en la etapa IV se elaboró el pan de molde. Los datos se estudiaron mediante el análisis de varianza, procesado con el software estadístico de Minitab v.19.

Los análisis fisicoquímicos evaluados fueron la humedad, las proteínas, el gluten húmedo, el gluten seco, el índice de gluten, las cenizas, la acidez, el almidón dañado y el número de caída. Las propiedades reológicas se analizaron con el equipo mixolab 2, mediante sus protocolos estándar y simulador y con el equipo alveo-consistógrafo para determinar la curva del alveograma. En la prueba de panificación se elaboró el pan de molde, se evaluó la altura, el volumen y el peso del producto final.

La conclusión de la investigación fue de que, al sustituir la harina de trigo por la harina de pituca, se reflejó una diferencia significativa en los análisis fisicoquímicos, reológicos y en panificación.

Palabras clave: fisicoquímico, reología, mixolab, alveograma, panificación.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the mixtures of wheat flour and pituca flour to know their rheological, physicochemical and baking behavior. The research is applied type, with experimental design and quantitative method. The population was constituted by the units produced in the tests and the probabilistic sample was obtained at random. The thesis was developed in four stages, in stage I wheat flour and pituca flour were obtained, mixtures were prepared with substitutions of wheat flour for 5%, 10% and 15% pituca flour and a control sample of 100% wheat flour; in stage II the physical chemical evaluation was carried out, in stage III the rheological behavior was determined and in stage IV the sliced bread was made. The data was studied by analysis of variance, processed with the statistical software of Minitab v.19.

The physicochemical analyzes evaluated were moisture, protein, wet gluten, dry gluten, gluten index, ashes, acidity, damaged starch and falling number. The rheological properties were analyzed with the mixolab 2 equipment, using its standard and simulator protocols, and with the alveo-consistograph equipment to determine the alveogram curve. In the baking test, the sliced bread was made, the height, volume and weight of the final product were evaluated.

The conclusion of the investigation was that, when substituting wheat flour for pituca flour, a significant difference was reflected in the physical, chemical, rheological and baking analyses.

Keywords: physicochemical, rheology, mixolab, alveogram, baking.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro país se está en la búsqueda constantes de alimentos que puedan sustituir la harina de trigo importada, la cual es la materia prima principal para la industria molinera y esa a su vez para otras industrias, tales como de panificación, galletería, entre otras que son de consumo masivo en la población peruana.

Huaita (2019) señala que en el Perú la producción de trigo es insuficiente para cubrir la demanda del consumo industrial, llevando consigo a la necesidad de importar cerca del 90% del cereal, provenientes principalmente de Canadá (64%), Estados Unidos (21%), Argentina (9%) y Rusia (7%).

Entre los alimentos que se cultivan en nuestro país tenemos a la pituca o bituca que es un tubérculo que se caracteriza por ser un alimento rico en proteínas y tener un alto contenido de carbohidratos y de fácil digestión (Morín 1983, citado por García, 2018); pudiendo ser utilizado como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de productos de panificación (Sahua, 1995).

La harina de trigo se caracteriza por poseer propiedades reológicas únicas debido a su contenido alto de proteínas capaces de formar la red del gluten. Al sustituir a la harina de trigo por otras harinas sucedáneas formando mezclas, se modifican sus propiedades funcionales, por ello es necesario conocer con mejor detalle los cambios en su comportamiento reológico, complementado con pruebas de fisicoquímicas y de panificación.

La problemática planteada es conocer de qué manera las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en diferentes porcentajes pueden influir en el comportamiento reológico de la masa, en sus características fisicoquímicas y en las características físicas del pan, para lo cual se utilizará técnicas modernas de reología que nos permitan mejorar su evaluación.

El objetivo planteado es evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación.

La presente investigación se comprendió de 4 etapas, siendo la primera la obtención de las harinas, en la segunda etapa se realizó los ensayos fisicoquímicos, en la tercera etapa, los ensayos fisicoquímicos, y la cuarta etapa comprendió las pruebas de panificación para conocer sus características físicas del pan de molde.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La industria de la panificación se caracteriza por innovar y diversificar sus productos, entre ellos el uso de nuevas materias primas, en reemplazo de la harina de trigo, como la harina de granos andinos o raíces nativas, que podrían aumentar el enriquecimiento nutricional de los productos finales.

La harina de trigo se caracteriza por poseer propiedades reológicas únicas debido a su contenido alto de gluten. Sustituir a la harina de trigo con harina de pituca podría afectar sus propiedades fisicoquímicas, reológicas y por ende afectar al producto de panificación. En esta investigación estudiaremos diversas mezclas de harina de trigo y harina de pituca y su influencia en los análisis mencionados; buscando poder fomentar con mayor conocimiento científico, el uso este tubérculo el cual abunda en nuestro país.

Los estudios reológicos y fisicoquímicos nos permitirán conocer si las mezclas de harinas son apropiadas para la elaboración de pan o más bien dichas mezclas de harinas podrían ser útiles en otro tipo de productos.

Siendo la problemática la falta de investigaciones con respecto a la reología de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca, complementándose el estudio con la evaluación fisicoquímicas y de panificación.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

- ✓ ¿De qué manera las mezclas de harina de trigo y harina de pituca influyen en el comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿De qué manera influye las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en el comportamiento reológico?
- ✓ ¿De qué manera influye las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en el comportamiento de los análisis fisicoquímicos?
- ✓ ¿De qué manera influye las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en la prueba de panificación del pan de molde?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer el comportamiento reológico.
- ✓ Evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento en los análisis fisicoquímicos.
- ✓ Evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca mediante prueba de panificación para conocer sus características físicas del pan de molde.

1.4. Justificación.

La presente investigación se justifica:

1.4.1. Legal

- Ley Universitaria N° 30220, capítulo V. Artículo 45.
- Estatuto de la Universidad Nacional del Callao, Título V. N°226.
- Resolución Rectoral N° 319-2022-R (aprobado el 22 de abril del 2022).

1.4.2. La justificación del proyecto desde de punto de vista teórico:

Servir como referente para futuros trabajos de investigación relacionados con mezclas de harinas con otras harinas sucedáneas para la elaboración de productos en la industria panificadora.

1.4.3. La Justificación del proyecto desde de punto de vista tecnológico:

Permitirá conocer el comportamiento reológico mediante equipos modernos como el mixolab y el alveo - consistógrafo que nos darán parámetros que nos permitirá poder conocer mejor sus características para poder utilizarlo en otros productos.

1.4.4. La Justificación del proyecto desde de punto de vista económica:

Permitirá fomentar la siembra y el cultivo de la pituca destinados para la elaboración de harina que pueda sustituir a la harina de trigo. Impulsando el consumo de productos nacionales.

1.5. Limitantes de la investigación.

1.5.1. Limitante Teórica

No existe investigaciones reológicas utilizando el mixolab y el alveo - consistógrafo para evaluar la mezcla de harina de trigo y harina de pituca con la finalidad de poder conocer con mayor profundidad sus características tecnológicas.

1.5.2. Limitante Temporal

Se irá avanzando a medida que se recolecta la información durante los ensayos de las pruebas reológicas, fisicoquímicas y de panificación.

1.5.3. Limitante Espacial

Solo se limitará a evaluar las mezclas de harinas elaboradas durante la presente investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Vásconez, L. (2015), en su **Estudio del efecto de la sustitución de la harina de trigo por la harina de papa china para la elaboración de pan**, deshidrató la papa china rebanada en trozos de 0.5 cm de espesor a 45°C durante 24 horas, luego las refinó en un molino casero y en un molino Cyclone Sample Mill. En la caracterización de la harina de papa china obtuvo que dicha harina presenta un valor de 6.34 de pH, mientras que su acidez fue de 0.005 en función del ácido sulfúrico. El análisis proximal de las harinas de papa china y de la harina de trigo fueron, 5.78% y 13.33% de humedad; 7.89% y 13.62% de proteínas; 0.70% y 1.01% de grasa; 4.91% y 0.85% de cenizas; 1.26% y 0.49% de fibra y 79.48% y 70.71% de carbohidratos totales, respectivamente. En su análisis reológico obtuvo que para la sustitución del 0%, 5%, 10% y del 20% las muestras presentaron un porcentaje de hidratación del 65.5%, 65%, 65% y del 63.4% respectivamente; mientras que la estabilidad fue de 8.32, 9.43, 10.05 y 10.17 minutos para las mismas sustituciones. El volumen específico del pan fue de 5.11, 5.21, 4.42, 4.42 ml/g para las sustituciones del 0, 5, 10 y 20% respectivamente, de las cuales el pan sin sustitución y el pan elaborado con el 5% de harina de papa china, no presentó diferencia significativa en cuanto a este parámetro. Finalmente, en el análisis sensorial, obtuvo una aceptación global de 8.0 puntos para el pan elaborado sin sustitución, 7.77 puntos para el pan con 5% de sustitución, 7.96 puntos el pan con 10% de sustitución y 7.41 puntos el pan que fue elaborado con el 20% de sustitución de harina de papa china.

Trujillo, H. (2015), en su investigación **Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por harina de papa china (*Colocacia esculenta*) para la elaboración de galletas de dulce** determinó que la papa china empleada contaba con 41% de humedad, 52.5% de hidratos de carbono, 2% de grasa, 2.5% de proteína y 2%% de cenizas. Trujillo realizó tres formulaciones, la formulación 1 con el 20% de harina de papa china, la formulación con el 25% de sustitución y la formulación 3 con el 30%. En su análisis reológico obtuvo que la absorción de agua fue del 61.3%, 60.5% y 78.9% para las formulaciones 1, 2 y 3 respectivamente, mientras que el tiempo de desarrollo fue de 5, 4.5 y 7 minutos para el mismo orden de las formulaciones, en cuanto la estabilidad de la masa fue de 15.5, 16 y 15 minutos para las formulaciones 1, 2 y 3 respectivamente. Sus resultados sensoriales detallan que las galletas con mayor aceptabilidad fueron las elaboradas con el 25% de harina de papa china, seguida por las galletas con el 20 y 30% de sustitución; todas ellas presentaron parámetros microbiológicos aceptables según la normativa ecuatoriana.

Mendoza, A. (2014), en su investigación **Elaboración de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x paradisiaca*) como suplemente nutricional para la alimentación animal**. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (2 x 2 x 3), total 12 tratamientos y dos réplicas cada uno, un total de 24 unidades experimentales. Siendo los objetivos; determinar el mejor nivel de antioxidante para la mezcla; determinar el mejor parámetro de secado de tiempos y temperaturas; realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. Mientras que, en manejo y control de la investigación, se procedió a establecer el método adecuado de secado para conservar la mayor cantidad de nutrientes. Los factores fueron:

primer factor materia prima contó con dos papas chinas y rechazo de banano; (Pch y Reb); el segundo factor contó con 2 rangos: grados Celsius ($T^{\circ} 1$ y $T^{\circ} 2$) a 60°C 4 horas y 65°C y 5 horas y el tercer factor con tres porcentajes de antioxidantes (Aci, Aas, Bs) y ácido cítrico, ácido ascórbico y meta bisulfito de sodio. Se obtuvieron los siguientes resultados, siendo la óptima para conservar los elementos nutricionales y especialmente en la obtención de proteína fue la harina de papa china con 6,79; a una temperatura de $5,87^{\circ}\text{C}$ del rango de temperatura $T 65^{\circ}$ y 5 horas; y con la adición del antioxidante ácido ascórbico de 6,16%; y representa una alternativa económicamente viable. Con respecto a los antioxidantes óptimos para conservar los elementos nutricionales fue ácido ascórbico al 0,05% ya que contienen mayor proteína y fibra cruda. En lo referente a granulometría las dos materias primas reúnen las condiciones que establece la NORMA INEN 2051:95 (1995) ya que determina su uso al cual se destina, una harina para uso animal requiere una granulometría más gruesa.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

García, C, (2018), en su investigación **Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en la calidad del pan francés** La harina de pituca blanca tuvo una composición fisicoquímica de humedad 9,38%, ceniza 3,30%, grasa 1,05%, proteína 8,15%, carbohidratos 78,12%, fibra 0,90% y 354,53 Kcal; La harina de pituca Morada tuvo una composición Fisicoquímica de humedad 9.85%, ceniza 3.85%, grasa 0.90%, proteína 8.24%, carbohidratos 77.16%, fibra 1.05% y 350.00 Kcal, De la prueba preliminar (T1, T2, T3 y T4), los tratamientos T1 y T3 son las que mejor preferencia tuvieron por los panelistas percibiéndose un sabor

amargo en especial en T4 causando la sensación amargo-rasposa ello fue debido a la presencia del oxalato de calcio en la harina de pituca. En las pruebas definitivas el pan francés con mayor preferencia fue el tratamiento "T1" de la pituca blanca. Las características fisicoquímicas del pan francés T1 (harina de pituca blanca) fueron: 331.02 Kcal, 20.05% de humedad, 9.32% de proteína, 3.70% de grasa, 65.11 de carbohidratos, 0.63% de fibra y 1.82% de ceniza, indicándonos un mayor contenido proteico respecto al pan francés comercial (8,40%). Las características microbiológicas nos indicaron un producto apto para el consumo humano (T1) por lo que se concluye que se puede realizar la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pituca en la elaboración del pan francés.

Reátegui et al (2001), en su investigación **Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región** sustituyeron el 20%, 25% y 30% de la harina de trigo por harina precocida de pituca y harinas de otros productos de la región para elaborar galletas y evaluar su comportamiento. En la caracterización de la pituca fresca obtuvieron que la materia prima presentaba 73.7% de humedad, 1.6% de cenizas, 0.5% de grasa, 0.8% de fibra, 1.6% de proteína, 23.2% de carbohidratos. Para la obtención de la harina, la pituca la cocinaron a 100°C durante 20 minutos la secaron a 55°C por un periodo de 10 horas, con la cual obtuvieron una harina con 9.7% de humedad, 3.2% de cenizas, 0.3% de grasa, 0.6% de fibra, 9.6% de proteínas, 77.2% de carbohidratos, 0.021% de ácido sulfúrico; además, el rendimiento de la harina de pituca fue de 54.4%. Concluyeron que la harina de pituca es una excelente harina sucedánea para la elaboración de galletas, siendo el 25% la sustitución que mostró mejores resultados.

Sahua (1995), en su investigación **Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de pituca (Colocasia esculenta)** buscó obtener fideos con similares características nutricionales, organolépticas y fisicoquímicas sustituyendo a la harina de trigo por el 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de harina precocida de pituca de variedades rosada y japonesa. Sahua caracterizó a la pituca con los siguientes resultados: humedad 72.5 y 70.85%, proteínas 2.60 y 2.20%, carbohidratos 21.95 y 24.69%, grasa 0.10 y 0.08%, fibra 1.60 y 1.10%, cenizas 1.25 y 1.08% para las variedades rosada y japonesa respectivamente. La harina precocida de la pituca rosada la obtuvo con un 7.80% de humedad, 4.14% de proteína, 82.40% de carbohidratos, 2.0% de grasa, 1.30% de fibra, 2.12% de cenizas y 0.30% de ácido sulfúrico; mientras que de la harina precocida de la pituca de variedad japonesa presentó 8.26% de humedad, 4.42% de proteínas, 83.20% de carbohidratos, 1.80% de grasa, 1.50% de fibra, 0.82% de cenizas y 0.015% de ácido sulfúrico. El rendimiento de la obtención de las harinas precocidas fue del 35.77% de la variedad rosada y del 37.5% de la variedad japonesa. La caracterización de la harina de fideera de trigo fue la siguiente: humedad 14.80%, proteína 10.06%, carbohidratos 70.048%, grasa 0.062%, fibra 0.033%, ceniza 0.439%, gluten húmedo 25.81g, gluten seco 8.58g, ácido sulfúrico 0.029%, falling number 318 segundos. Del análisis del farinograma obtuvo que la harina fideera presentó una absorción del 56%, tiempo de hidratación de 1.8 minutos, tiempo de mezclado y estabilidad de 10 y 11 minutos respectivamente. La conclusión de la tesis fue de que se puede elaborar fideos con harina precocida de pituca con características nutricionales y organolépticas mejores que el fideo comercial.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. La Pituca

La *Colocasia esculenta* es conocida comúnmente en nuestro país como “pituca” o “bituca”, aunque Núñez (1989, citado por Morales, 2012) señala que en Huánuco se le conoce como “aratrima”, “taro” en Moyobamba, “michtsí” en la selva alta y “witina” en la selva baja.

En países como Ecuador se le llama “papa china”, en Puerto Rico, México, República Dominicana y Cuba se le denomina “malanga”, en Brasil se le llama “cará”, en Venezuela “ocumo chino” y en Hawái se le conoce como “taro” o “kalo”.

Es un tubérculo que se cultiva en la amazonia, y se conocen tres variedades, la negra, la blanca y la japonesa (Núñez, 1989, citado por García, 2018).

a. Clasificación botánica

León (1968, citado por Santos, 2007), señala que la clasificación sistemática de la pituca en los vegetales es de la siguiente manera:

División	:	Fanerógamas
Sub División	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotiledóneas
Orden	:	Aroideas
Familia	:	Aráceas
Sub Familia	:	Colocasiodeae
Género	:	<i>Colocasia</i>
Especie	:	<i>Colocasia esculenta</i> Schott

b. Descripción botánica

La pituca está constituida por un tallo subterráneo o cormo que en su parte superior forma una especie de corona de pocas hojas. Las hojas ovales acorazonadas de color verde difuminado en azul, que se unen al cormo por medio de un pseudotallo de pocos centímetros de largo, suelen llegar hasta un metro de longitud. Las flores insignificantes se agrupan en inflorescencias.

Las raíces se distribuyen uniformemente alrededor del tallo subterráneo. El tallo subterráneo rico en carbohidratos constituye la reserva de nutrientes y de agua para la planta. La planta puede tener un tallo principal y otros tallos ramificados secundarios de menores tamaños.

La siembra se realiza a partir de un cormo, el cual se planta cerca de la superficie, en las primeras semanas irán sobresaliendo las primeras hojas y posteriormente el cormo se irá desarrollando dentro de la tierra en un espacio de 1 metro, es recomendable sembrar en tierras compostables bajo sombra y en suelos que retengan la humedad. El ciclo de cultivo dura entre 8 y 12 meses.

c. Variedades

En nuestro medio se ha logrado reconocer tres variedades de *Colocasia esculenta*, conociéndose como negra si la variedad tiene en la base del limbo y fusil del caquis una coloración rosada, mientras que la variedad blanca tiene esta porción del caquis de color amarillento claro. La variedad japonesa se distingue por la coloración pigmentado azul morado en su cormo (Núñez, 1989, citado por García, 2018).

d. Propiedades nutricionales

La pituca es un alimento rico en proteína. Su mayor valor alimenticio está en su contenido de carbohidratos; resultando de mayor valor alimenticio frente a la yuca, papa y cereales. Además, los gránulos de almidón del tamaño de 1 a 4 milimicras son fáciles de digerir en alimentos cuando se consume en cantidad (Morín, 1983, citado por García, 2018). En la Tabla 1 se indica la composición fisicoquímica de la pituca, mientras que en la Tabla 2 se señala la composición de sus carbohidratos.

Tabla 1

Composición fisicoquímica de la pituca

Composición	Unidad	Cantidad (*)	Cantidad (**)
Humedad	g	75,17	73,7
Ceniza	g	0,74	1,0
Grasa	g	0,52	0,5
Proteína	g	1,70	1,6
Carbohidratos	g	21,87	23,2
Fibra	g	0,81	4,1 (***)
Calcio	mg	51,0	50,0
Fosforo	mg	---	41,0
Caloría	Kcal	98,96	82,0

(*) Fuente: Morín (1983, citado por García, 2018)

(**) Fuente: Reyes et al. (2017)

(***) Fibra Dietética Total

Tabla 2

Composición de los carbohidratos de la pituca

Carbohidratos	% en base seca
Almidón	77.0
Pentosas	2,6
Fibra cruda	1,4
Dextrina	0,5
Azúcares reductoras	0,1

Fuente: Morín (1983, citado por García, 2018)

e. Ácido oxálico

El ácido oxálico es moderadamente tóxico (DL50 rata = 375 mg/Kg) debido a que precipita el calcio en forma de oxalato de calcio y este puede obstruir los capilares renales y evitar su asimilación del calcio por parte del cuerpo. Por tal motivo se suele prohibir a las lactantes y a los niños en crecimiento, la ingesta en grandes cantidades de alimentos ricos en oxalatos. Los cálculos en los riñones suelen contener una parte importante de oxalato cálcico (Pajar, 2008).

Pajar (2008), además logró reducir drásticamente el contenido de ácido oxálico en hojuelas de pituca, para ello sometió a las hojuelas de pituca cruda en inmersión de solución de cloruro de sodio al 3% durante 30 minutos repitiendo esta operación por tres veces y por otro lado pre cocción a las hojuelas a 89° C por 5 minutos, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3*Contenido de ácido oxálico en hojuelas de pituca*

Pituca morada	% de acidez (ácido oxálico)		
	Materia prima	Tratamiento 1 Solución NaCl (3%)	Tratamiento 2 Precocción
Hojuela	0,216		0,03
Primer remojo		0,167	
Segundo remojo		0,098	
Tercer remojo		0,042	

Fuente: Pajar (2008)

2.2.2. Usos de la pituca

“Las hojas de algunas variedades con bajo contenido de oxalato de calcio, se consumen hervidas como hortalizas” (González, 1973, citado por Sahu, 1995). El corno se consume pelado, lavado y cocido, sustituyendo en algunas oportunidades a los usos de la papa. El corno también se puede consumir horneadas, fritas en aceite o como fuente de energía en la alimentación animal.

Estudios realizados con la pituca, reportan su uso en la panificación sustituyendo el 30% de harina de trigo por harina fina de pituca. Mientras que la harina gruesa de pituca, con semejanza al afrecho, se empleó al 50% para la elaboración de bizcochuelos y mazamoras. Obteniendo excelentes resultados durante la prueba (Sahu, 1995).

2.2.3. Harina de pituca

La Norma Técnica Peruana [NTP] 205.040 (2016) del Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2016). Harinas sucedáneas de la harina de trigo, señala que la harina sucedánea es aquella que se obtiene producto de la molienda de cereales, leguminosas, granos andinos, raíces, tuberosas y otras materias primas que puedan sustituir a la harina de trigo para consumo humano. Además, define a la harina compuesta como aquel producto obtenido de la mezcla de 2 o más harinas sucedáneas o de estas con la harina de trigo. Los criterios fisicoquímicos para las harinas sucedáneas se detallan en la Tabla 4.

Obando y Vega (2019), lograron obtener harina de pituca siguiendo las siguientes pautas: el corno de la pituca luego de ser pelada y lavada fue rebanada en diámetros de 2, 4 y 6 mm de espesor, luego fue llevada al secador rotatorio discontinuo, el cual tiene un tubo de vidrio que gira sobre su eje a una velocidad de 13,2 rpm para secar la muestra mediante un flujo de aire caliente que ingresa por uno de los extremos. Parte del diseño experimental que trabajaron consistió en secar las tres muestras de espesor diferente a flujos de aire de 28,8 m³/h y 45,5 m³/h y a temperaturas de 60 °C, 70 °C y 80 °C formando 18 tratamientos diferentes. Llegando así a la conclusión que el tratamiento con mejores valores óptimos del proceso de secado fue de la muestra con rodajas de pituca de 2 mm, flujo de aire de 45,8 m³/h y temperatura de 80° C la cual fue secada durante 80 minutos, tiempo en que alcanzó una humedad de 15%. Así mismo recomienda que la muestra final puede utilizarse en harinas o galletas.

Tabla 4

Requisitos fisicoquímicos de harinas sucedáneas de trigo para consumo humano.

Ensayo	Tubérculos y raíces	Leguminosas de granos alimenticios	Gramíneas	Tolerancia
Humedad (g/100 g)	15	15	15	Una unidad en más de la cifra indicada como máximo.
Ceniza (g/100 g)	2,5	5,0	2	+5% del valor máximo establecido.
Acidez titulable (expresado como g de ácido sulfúrico/ 100 g de muestra)	0,15	0,15	0,15	+10% del valor máximo establecido.

Fuente: INACAL (2016). NTP 205. 040 (2016). Harinas sucedáneas de la harina de trigo

2.2.4. El Trigo

El trigo (*Triticum spp*) es un cereal oriundo del oeste de Asia que se cultiva desde hace más de 6000 años. En la actualidad constituye el cultivo más difundido en el mundo abarcando una superficie cosechada de 219 millones de ha por año, seguido por el maíz (117 millones ha), el arroz (162 millones ha) y la soja (108 millones ha). Estos cuatro cultivos comprenden el 50% de la superficie cosechada mundial. Desde el punto de vista productivo, el trigo se ubica en el

cuarto lugar a nivel mundial luego de la caña de azúcar, el maíz y el arroz con cáscara. Si se contabiliza solamente la producción que podría utilizarse como alimento humano (sin considerar la fracción no comestible, p.ej. la cáscara del arroz), el trigo ocupa el segundo lugar luego del maíz. Pero, como la mayor parte del maíz se emplea como alimento forrajero, actualmente el trigo se posiciona como el principal alimento humano seguido por el arroz, la papa, la soja y el maíz (Abbate et al., 2017).

a. Clasificación botánica

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas o Poaceae, dentro de las cuales se encuentra la tribu Triticeae, la subtribu triticinae y dentro de esta última se ubica el género *Triticum*. Este género abarca alrededor de 30 tipos de trigos. De ellas, han sido reconocidas 16 especies y las otras son consideradas silvestres, pero sólo dos son las especies que se cultivan a gran escala mundialmente, el trigo harinero (*Triticum aestivum* L) y el trigo cristalino o duro (*Triticum durum*). El trigo harinero abarca cerca del 90% del total del área sembrada por trigo, mientras que el trigo duro cubre el 9%, pero solo aporta el 5% de la producción mundial (Moreno et al., 2001).

Tabla 5*Clasificación taxonómica del trigo harinero*

Reino	Vegetal
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Triticum
Especie	aestivum
Nombre científico	<i>Triticum aestivum</i>
Nombres comunes	Trigo harinero

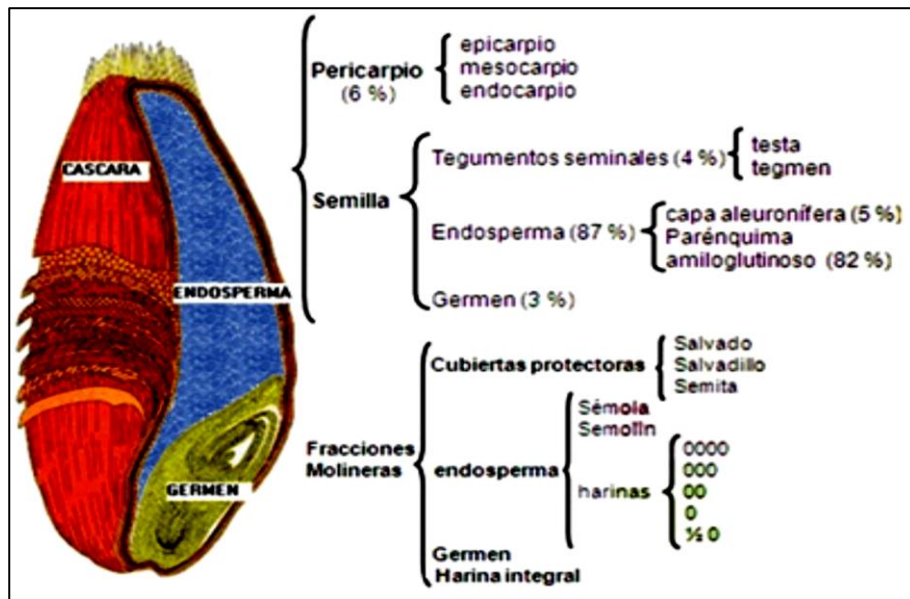
Fuente: Jiménez (2008, citado por Anticono, 2017)

b. Estructura y composición química del grano de trigo

El grano de trigo es una cariósida de forma ovalada con sus extremos redondeados y que en promedio mide 8 mm y pesa 35 mg, dependiendo de la variedad y de la posición de la espiga. García (2006) menciona que el germen se ubica en un extremo del grano, mientras que en el otro extremo hay finas vellosidades; a lo largo de la cavidad del grano existe un repliegue o surco conocido como aleurona y varias capas envolventes.

En el grano de trigo está formado por 3 estructuras principales (Figura 1): el salvado o capa exterior, el germen o embrión y el endospermo.

Figura 1. Estructura del grano de trigo



Fuente: Cardós et al. (2017)

El germen está constituido en embrión y en escutelum, siendo esta última la hoja de la semilla o cotiledón. El embrión forma la nueva planta durante la germinación en tanto el escutelum actúa inicialmente como fuente de reservas alimenticias y posteriormente como el órgano responsable por la traslocación de reservas del endosperma al embrión. Durante el desarrollo del endosperma, las células se van almacenando. Al final, la última capa es comprimida contra el pericarpio constituyéndose así la capa aleurona. El endosperma es el tejido de reservas que sustentará a las plántulas (Palmer, 1989, citado por Hugo y Godiño, 2000). El pericarpio y la testa, junto con la capa de aleurona, conforman el salvado de trigo. El salvado está constituido por múltiples capas ricas en vitaminas y minerales, así como por un alto contenido en proteína. La capa de aleurona se ubica entre el salvado y el endospermo (Gómez et al., 2007). El endospermo está conformado principalmente por el almidón, proteínas y en menor cantidad celulosa, y presenta bajas cantidades de vitaminas y minerales (Gómez et al., 2007). En

el grano maduro el endosperma harinoso, conforma entre 80 - 85% del peso del grano, el germen el 3% y el restante corresponde a la capa aleurona, testa y pericarpio (Palmer, 1989, citado por Hugo y Godiño, 2000).

Tabla 6

Intervalo de variación en la concentración de los principales componentes del trigo

Componentes	Composición química del trigo %	
	Mínimo	Máximo
Humedad	8,0	18,0
Almidón	60,0	68,0
Proteína	7,0	18,0
Lípidos	1,5	2,0
Fibra cruda	2,0	2,5
Cenizas	1,5	2,0

Fuente: Matz (1999, citado por Gómez et al., 2007)

c. Clasificación del trigo

Gómez et al., (2007), señala que la clasificación norteamericana es una de las más extendidas y separa a los trigos en los siguientes grupos:

Trigo semolero (Durum wheat). Trigo de primavera. Tiene una gran dureza y un alto contenido proteínico y de gluten. Se emplea para fabricar las sémolas y semolinas utilizadas en la elaboración de pasta y algunos tipos de pan de los países mediterráneos, debido a su alto rendimiento en este proceso.

Trigo duro rojo de primavera (Hard red spring wheat). Es el que presenta mayor contenido de proteína, y se utiliza para la fabricación de pan de molde y cualquier otro derivado de panadería y bollería que requiera harinas de fuerza, también se emplea para mejorar mezclas de trigos.

Trigo duro blanco (Hard white wheat). Es un trigo con un contenido medio de proteína, muy similar en cuanto a sus propiedades al trigo duro, salvo por el color y sus propiedades durante la molienda y la panificación. Se suele utilizar en la elaboración de panes fermentados, panes integrales, tortillas, noodles, destilería, etc. Esta clase de trigo es el de más reciente introducción en Estados Unidos.

Trigo blando rojo (Soft winter red wheat). Presenta un contenido de proteína medio bajo, y se emplea para la elaboración de pan y la preparación de mezclas. También se utiliza en la fabricación de galletas, pasteles y otros productos de bollería y pastelería.

Trigo blando blanco (Soft white wheat). Posee un contenido bajo de proteínas, pero un alto rendimiento. Concede un color más blanco a los productos, se utiliza en la elaboración de productos de alta calidad que demanden de harinas flojas, entre ellos: pasteles, galletas, bollos y pasta oriental.

Clases de trigo canadiense

El Instituto canadiense internacional de granos (2013), detalla lo siguiente sobre la clase de trigo CWRS:

CWRS (Canadian Western Red Spring), Trigo rojo de primavera del oeste de Canadá.

El CWRS es un trigo duro con elevado contenido proteico que está altamente considerado por su calidad superior de molienda y panificación. Es la clase de trigo que más se cultiva en el oeste de Canadá, y constituye más del 75% de la producción anual. Las variedades recientemente registradas en la clase CWRS conservan su reputación de tenacidad de la proteína, buenas características de molienda y calidad del producto final.

Propiedades y aplicaciones

La molienda y las propiedades de la harina

- Existen cuatro categorías disponibles con diferentes niveles de proteína garantizados.
- Los granos presentan un alto peso hectolítrico.
- Alto rendimiento en el molino con poca pérdida de proteínas.
- Color brillante de la harina.
- Tenacidad del gluten resistente pero suave, lo que resulta en una masa con buen equilibrio.
- Elevado nivel de absorción de agua comparado con el trigo rojo de primavera de las praderas de Canadá (CPSR) y con el trigo rojo de invierno del oeste de Canadá (CWRW).
- Ideal para mezclas con trigos con bajo contenido proteico o tenacidad del gluten.

Panificación

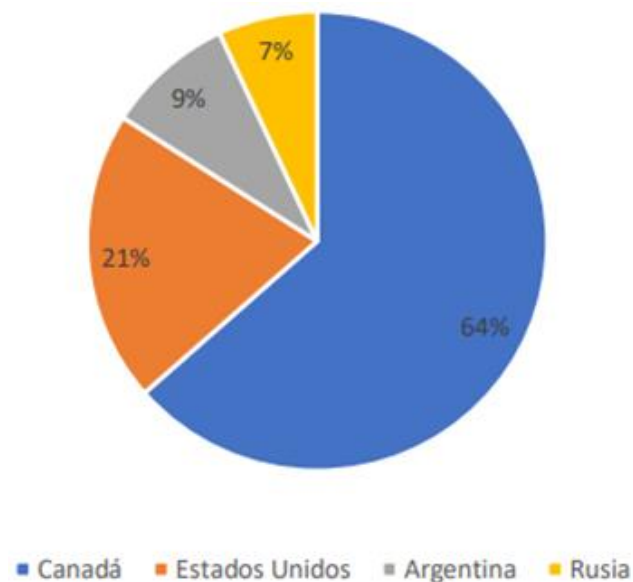
- Ideal para la elaboración de panes de molde de mucho volumen.
- Igualmente, versátil en la fabricación de panes de solera y panes planos.
- Demuestra capacidad de absorción de agua, similar al trigo blanco duro de primavera del oeste de Canadá (CWHWS).

- Buena tolerancia al amasado y a la fermentación en todos los procesos de panificación.
- Produce masas con un buen equilibrio de elasticidad y extensibilidad.
- Los panes hechos con CWRS tienen un color de miga brillante y un volumen alto del pan.

d. Situación actual de las importaciones de trigo

En el Perú la producción de trigo es insuficiente para cubrir la demanda del consumo industrial, llevando consigo a la necesidad de importar cerca del 90% del cereal, provenientes principalmente de Canadá (64%), Estados Unidos (21%), Argentina (9%) y Rusia (7%) Figura 2. (Huaita, 2019).

Figura 2. Importación granos de trigo por principales países de origen, 2018



Fuente: SUNAT (citado por Huaita, 2019)

Tabla 7*Trigo – Superficie cosechada, producción, rendimiento, precios e importación*

Año	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Precio pagado al productor (S/ x t)	Importación (t)	Valor unitario de importación (US\$ x t)	
						FOB	CIF
2009	158 052	226 265	1,4	1 149	1 512 629	227	257
2010	154 285	219 454	1,4	1 120	1 687 196	218	254
2011	145 458	214 141	1,5	1 259	1 683 702	318	352
2012	151 915	226 218	1,5	1 317	1 696 609	303	336
2013	153 647	230 112	1,5	1374	1 805 210	315	347
2014	140 737	218 904	1,6	1 449	1 878 820	295	324
2015	139 542	214 849	1,5	1 514	1 875 639	259	285
2016	127 180	191 108	1,5	1 567	1 772 489	221	240
2017	127 640	191 634	1,5	1 619	2 124 109	225	247
2018	126 638	195 088	1,5	1 602	2 069 037	236	260
2019	120 634	188 469	1,6	1 595	2 011 059	231	255

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2020)

El portal web Agrodata Perú (2020), dio a conocer que las importaciones de trigo en nuestro país durante el año 2020 fueron de 2 111 990 148 kilogramos por un total de precio CIF de 516 951 798 dólares. En tanto las importaciones hasta el mes de julio del presente año 2021 fueron de 1 162 774 729 kilogramos por un valor CIF de 335 659 725 dólares.

e. Molienda de trigo

Los métodos desarrollados para separar los componentes del grano de trigo son el resultado de las particularidades del grano. En el grano de trigo, las envolturas (pericarpio y tegumentos seminales) penetran longitudinalmente dentro del endosperma hasta aproximadamente la mitad de su espesor, dependiendo de la variedad, generando el conocido “surco”. Este diseño característico del grano que sólo se presenta en este cereal, dificulta separar por simple raspado o pulido el endosperma de las cubiertas y del germen. En efecto, se debe inicialmente partir el grano para luego, por raspado o pulido de los trozos, proceder a la separación de los componentes. Llegado a este punto, se tendrá una mezcla de partículas conformadas por distintas partes del grano, de diferentes tamaños y formas. La separación se deberá realizar por tamices de distinta abertura, repitiéndose el proceso un cierto número de veces, a ello se denomina “molienda gradual”. Pero para que la molienda resulte eficiente, la dureza del endosperma y su uniformidad deben ser adecuadas (Cardós et al., 2017).

A continuación, se detallan las operaciones a las que se somete el trigo para obtener la harina:

❖ Limpieza

El trigo que llega hasta el molino contiene elementos extraños tales como piedras, tierra, paja, semillas de otros cereales, metales entre otros. Esto hace que la limpieza del trigo sea de vital importancia ya que elimina todos estos contaminantes antes de iniciar con la molienda. A pesar de que se lleve su limpieza antes de su almacenamiento posterior a la

cosecha todos los molinos llevan a cabo una limpieza de los granos como primera etapa del proceso de la molienda. Esta etapa tiene relevancia durante la fabricación de sémolas, ya que al ser estas de mayor granulometría que las harinas, las impurezas suelen concentrarse en ellas (Dendy y Dobraszczyk, 2001, citado por Anticono, 2017).

La limpieza del trigo se lleva a cabo mediante equipos como las cribas que separan la materia extraña del trigo en función al tamaño, eliminando las piedras, tierra o granos de otros cereales; los separadores de peso específico separan piedras, fragmentos de vidrio o plásticos según su densidad, además separa la fracción de trigo de menor densidad. También están los separadores mediante corriente de aire (aspiradores), estos arrastran las partículas pequeñas y ligeras mediante una corriente de aire, es útil para separar el polvo, los granos rotos y las cáscaras de los cereales. Los separadores magnéticos tienen la finalidad de retener las partículas metálicas las cuales quedan adheridas al pasar por un imán.

❖ **Acondicionamiento del grano**

Esta operación consiste en dosificar agua al cereal, llevándolo a una humedad entre 15% y 17% y dejándolo reposar por 10 a 30 horas, siendo el tiempo óptimo en función del tipo de cereal. Esta etapa nos permite:

- Reforzar la fibra, logrando que el salvado sea menos quebradizo y evitando que se rompa en multitud de fragmentos pequeños, muy difíciles de separar, lo que ayuda a producir harina con un bajo contenido en cenizas y más blancas.

- Incrementar la humedad del endospermo, lo que permite obtener una harina con un 14% a 15% de humedad. Facilita la molienda al ablandar el endospermo.

❖ Molienda

La molienda consiste en la separación del endospermo del resto de los componentes del grano (germen y salvado). Este proceso se lleva mediante la rotura del grano y la reducción de las partículas de mayor tamaño, purificando los trozos del endosperma (sémola y semolín) transformándolos en harina por reducción de tamaño.

Es una operación secuencial, en la que se obtienen y se van separando fracciones de distinta granulometría y composición, tales como las que se mencionan en el Tabla 8. para el caso del trigo. Por esto el proceso de molienda va intercalando equipos para la molturación (molinos de rodillos), tamices (cernedores) y equipos para la clasificación y purificación de las distintas fracciones (sasores y cepilladores de salvado) (Dendy y Dobraszczyk, 2001, citado por Anticon, 2017).

Tabla 8

Productos de molturación según su granulometría

Denominación	Granulometría (mm)
Salvado	Partículas más gruesas
Granillo	1150-130
Harina	<130

Fuente Dendy y Dobraszczyk (2001, citado Anticon, 2017).

Molino de rodillos. La molturación comienza por la acción de los cilindros, que es la más importante de todas las efectuadas en la fábrica; estas máquinas tienen el objetivo de reducir lo mejor posible los granos y los fragmentos de albumen en harina con la ayuda de cilindros estriados para la trituración y desagregación y otros cilindros lisos para la compresión. Aunque la molienda comprende tres operaciones diferentes: la trituración, la desagregación y la compresión, solo existen dos clases de cilindros: unos son estriados y otros son lisos (García, 2006).

“El principio de funcionamiento consiste en someter a los granos a fuerzas de compresión y cizalla, al pasar entre dos rodillos de superficie estriada. Cuando los rodillos son lisos, la fuerza predominante es la de compresión. Tanto el número de estrías de los rodillos como la separación entre ellos influyen en la granulometría del producto final” (Anticono, 2017).

Cernedores o planchisters. En esta etapa se separa y clasifica los productos de la trituración o de la compresión, los cernedores dividen y limpian las sémolas y las semolinas mientras que extrae la harina formada. El cernido se reduce a una separación de partículas de tamaños diferentes, empezando por las más gruesas, mientras que las más finas conforman la harina formada (García, 2006).

Los planchisters son un conjunto de tamices colocadas en serie, los cuales permiten clasificar por tamaños el resultado de la molienda. Están conformadas con 4, 6, 8 ó 10 secciones de hasta 30 tamices cada una. Las cribas se someten a un movimiento vibratorio que permite la

separación de las diferentes fracciones por tamaño. Comúnmente se colocan tanto en la sección de ruptura como en la de reducción (50:50) (Anticona, 2017).

Inicialmente los tejidos empleados para cerner y separar la harina del salvado fueron cueros perforados, tejidos de lana, algodón, cáñamo, yute, pelos de origen animal y seda. También se utilizaban tejidos metálicos como hilos de metálicos o alambres de hierro, acero estañado, latón y acero inoxidable. Posterior a la segunda Guerra Mundial, se desarrollaron fibras sintéticas de nylon, que son más resistentes que cualquier tejido de seda. Posteriormente se lanzó al mercado el tejido de poliéster, de mejor resistencia que el anterior nylon (García, 2006).

Para la limpieza de las telas en los planchisters, es común utilizar triángulos de plástico, de goma, de goma y con pelo, bolas de goma y plástico y la almohadilla de algodón. De todos ellos, la almohadilla es la que mejor comportamiento brinda. Ésta conserva perfectamente limpia la tela, ya que se desplaza o desliza de forma rápida y continua en todas las direcciones entre la enteladura y la rejilla metálica, mientras que la máquina se encuentra en movimiento (García, 2006).

Purificadores de sémolas o sasores Los sasores tienen la finalidad de separar de las sémolas los fragmentos de cáscara fibrosa que se mantienen en ellas después de la sección inicial de ruptura. Estos fragmentos no se pueden separar por simple tamizado (en los planchisters) ya que algunos de ellos son del mismo tamaño que las sémolas, por lo que se realiza en función de su peso específico, mediante un flujo de aire. El principio es el de los separadores por peso

específico que se utilizan para la limpieza del grano. Disponen por tanto de uno o dos tamices vibratorios, mientras que el aire es aspirado por la parte superior, por lo que atraviesa la capa de material de abajo a arriba. Los sasores permiten además clasificar las sémolas en función de su tamaño. Por ello son especialmente importantes en las industrias que molturan trigo duro para la fabricación de pastas, ya que en este tipo de instalaciones el producto final son las sémolas, sin que se produzca posteriormente una reducción de su tamaño a harinas (García Roman, s.f.).

Cepilladoras de salvado. Tienen la finalidad de separar y recuperar las partículas de harina que permanecen adheridas al salvado, antes de proceder al almacenamiento del mismo. Por lo común funcionan sometiendo al salvado a una fuerza centrífuga en el interior de un tamiz cilíndrico que es accionado por medio de un rotor compuesto de batidores ajustables. De esta manera se consigue separar la harina y que esta abandone el tambor a través de las paredes, quedando en el interior el salvado limpio (Dendy y Dobraszcyk, 2001, citado por Anticona, 2017).

Productos de molturación

La molienda del trigo produce por lo general tres productos diferentes, según su granulometría:

1. Salvado o afrecho, de mayor tamaño, constituido por las capas externas del grano.
2. Granillo o moyuelo, formado por las partículas de endospermo más gruesas (130 a 1000 micras).

3. Harina, constituido por las partículas más finas del endospermo (Dendy y Dobraszczyk, 2001, citado por Anticono, 2017).

2.2.5. La harina de trigo

El INACAL (2015) a través de la NTP 205.064, señala que la harina de trigo es aquel producto con destino al consumo humano que se obtiene de la molienda gradual y metódica de granos limpios de trigo, de las especies *Triticum aestivum* o *Triticum durum*, durante el cual se separan el salvado y el germen, quedando primordialmente el endospermo, el cual puede presentar diversos grados de extracción. Debiendo ser fortificada con micronutrientes, según normativa vigente. Puede adicionarse agentes de tratamiento de harina y/u otros micronutrientes.

La norma del Codex STAN 152 – 1985, de la comisión del Codex Alimentarius (2019), indica que harina de trigo es el producto que se elabora con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o mezclas de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se retiran parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta obtener un grado adecuado de finura.

a. Características

La NTP 205.064, Trigo. Harina de trigo para consumo humano. Requisitos, del INACAL (2015), detalla las siguientes características para la harina de trigo.

- Aspecto: producto homogéneo, sin grumos, considerando la compactación natural del envasado y estibado, exenta de toda sustancia y cuerpo extraño a su naturaleza.

- Color: Blanco (extra), blanco cremoso (especial), blanco amarillento o marrón claro (morena) según su clasificación.
- Olor: característico, sin indicios de rancidez o enmohecimiento.

b. Composición

La harina de trigo es la única que tiene la facilidad de formar una masa cohesiva y tenaz, capaz de retener gases y otorgar productos aireados y livianos luego de su cocción. Esta propiedad se debe a su composición química, y en especial a las proteínas y su capacidad para formar gluten (Gómez et al., 2007). Los componentes de la harina se indican en la Tabla 9.

Tabla 9

Composición porcentual de la harina de trigo

Componentes	Harina 100% extracción	Harina 75% Extracción
Proteínas (gluten)	12 a 13.5 %	8 a 11 %
Grasas (lípidos)	22 %	1 a 2 %
Almidón (hid. Carbono)	67 %	71 %
Cenizas (mat mineral)	1.5 %	0.55 a 0.65 %
Vitaminas (B y E)	0.12 %	0.03 %
Humedad (agua)	13 a 15 %	13 a 15 %
Fibras (salvados)	11 %	3 %
Azúcares	2 a 3 %	1.5 a 2.5 %

Fuente: Calaveras (1996, citado por Aponte, 2018)

En ciertos países es común enriquecer las harinas blancas con vitaminas y minerales para compensar las pérdidas sufridas al eliminar el salvado y el

germen. El enriquecimiento suele estar regulado por ley y se basa en la incorporación de vitaminas del grupo B y de hierro. Aunque, las harinas blancas no incorporan la fibra ni las sustancias antioxidantes presentes en el salvado y germen (Pereria, 2017). En nuestro país la ley que rige la fortificación de las harinas es la ley N° 28314 del Ministerio de Salud (2006). Y reglamento señala que toda harina de trigo destinada al consumo humano en el territorio nacional debe ser fortificada con los micronutrientes señalados en la Tabla 10, los cuales deben provenir de compuestos permitidos para uso alimentario.

Tabla 10

Micronutrientes recomendados por el ministerio de salud para la fortificación de la harina

Micronutrientes	Cantidad mínima de adición
Hierro	55 mg/kg
Tiamina	5mg/kg
Riboflavina	4mg/kg
Niacina	48mg/kg
Ácido fólico	1.2mg/kg

Fuente: Ministerio de Salud. (2006). Ley N° 28314

2.2.6. Clasificación de la harina de trigo

a. Según el contenido de cenizas

La NTP 205.064 (2015) del INACAL (2015). Clasifica a las harinas según el contenido de cenizas tal como se indica en la Tabla 11.

Tabla 11*Requisitos fisicoquímicos de harina de trigo, según tipo*

Requisitos	Especial		Extra		Morena	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Humedad, %	---	15,00	---	15,00	---	15,00
Cenizas, % ($\pm 5\%$)	---	0,75	0,76	1,17	1,18	1,4
Acidez, % ($\pm 10\%$)	---	0,10	---	0,15	---	0,18

Fuente: INACAL (2015). NTP 205.064 (2015)

El cumplimiento del requisito de porcentaje de acidez se determina considerando una humedad de 15% en la harina. El porcentaje de acidez está expresada en porcentaje de ácido sulfúrico.

b. Según su fuerza panadera

La fuerza panadera es representada por la superficie de la curva del alveograma y Calaveras (2004, citado por Anticono, 2017), clasifica a las harinas como se indica en la siguiente Tabla 12.

Tabla 12*Clasificación de la harina por su fuerza panadera*

Fuerza	Clasificación
>250	Fuertes o mejorantes
De 200 a 250	Gran fuerza
De 150 a 200	Media fuerza
De 90 a 150	Floja
< 90	Muy flojas

Fuente: Calaveras (2004, citado por Anticono, 2017)

c. Según el contenido de proteínas - gluten

Gómez et al. (2007), señala que la fuerza del trigo es una característica relacionada con sus aptitudes panaderas, es decir la capacidad de una harina para producir pan en piezas de gran volumen con miga de buena textura. Los trigos con esta cualidad suelen presentar un alto contenido proteico y son llamados trigos fuertes; sin embargo, los que solo pueden dar piezas pequeñas con migas de estructura basta suelen poseer un contenido proteico bajo y se le denominan trigos flojos. Estos últimos son excelentes para la fabricación de galletas y pastas de té, productos en los que no llega a desarrollarse el gluten, o porque no requieren fermentación con levadura.

2.2.7. Componentes principales de la harina de trigo

A continuación, se describen los principales componentes de la harina de trigo.

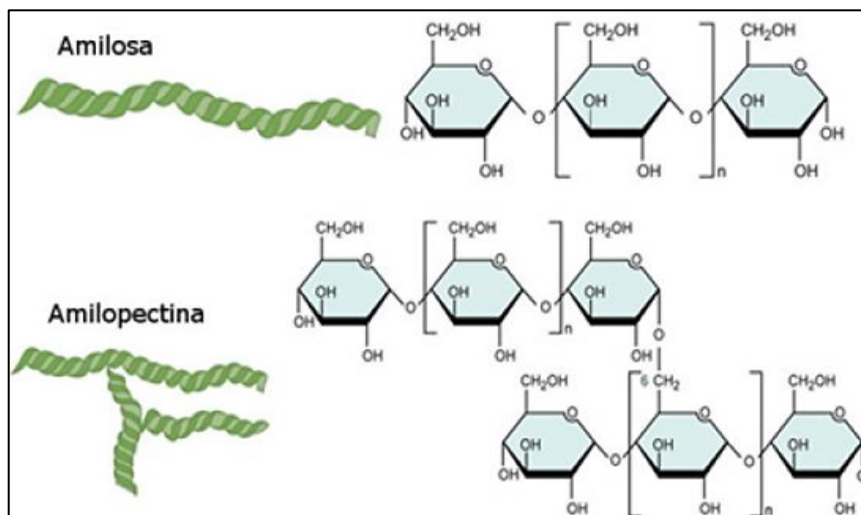
a. El almidón

El almidón es el carbohidrato mayoritario en el grano de trigo maduro, alcanzando el 65-70% de la harina de trigo (suponiendo una tasa de extracción del 80% y una humedad del 14%). El almidón se almacena en forma de gránulos que se forman dentro de los amiloplastos. El interior de los gránulos está compuesto por regiones cristalinas y amorfas alternas, por lo que el almidón es descrito como un polímero semicristalino o parcialmente cristalino. Las propiedades funcionales del almidón se deben principalmente a los dos hidratos de carbono de mayor masa molecular, amilosa (aproximadamente el 20% del almidón) y amilopectina (80% restante). La amilosa es una molécula lineal compuesta de α -D-glucopiranosas unidas por enlaces glicosídicos α -(1-4) (Figura 3). En cambio, la amilopectina es un

polímero altamente ramificado con masas moleculares superiores a 10^8 . La cadena principal está formada por α -D-glucopiranosas unidas por enlaces α -(1-4) (Figura 3) y eslabonadas con cientos de pequeñas cadenas mediante enlaces α -(1-6) en los puntos de ramificación. El enlace α -1,4 imparte a la molécula un giro natural, con lo que la conformación de las cadenas es helicoidal (Greenwood, 1976, citado por Gómez et al., 2007).

Los gránulos de almidón, debido a su estado nativo parcialmente cristalino, experimentan, cuando son sometidos a tratamiento térmico, diferentes cambios o transiciones de fase, entre los que destacan los conocidos como gelatinización y retrogradación. Estos cambios van a influir en el volumen final de los productos horneados y en su tendencia al endurecimiento, y dependerán, entre otros factores, de la proporción amilosa/amilopectina (Gómez et al., 2007).

Figura 3. Moléculas de glucosa formando los dos tipos de almidón



Fuente: Eliasson et al. (1996, citado por Cardós et al., 2017)

b. Proteínas

Las proteínas del trigo se pueden dividir en dos grandes grupos: las proteínas del gluten y las que no forman gluten. Las primeras se denominan

proteínas de almacenamiento y constituyen alrededor del 75-80% del total. Entre las proteínas no formadoras de gluten, que conforman el 20-25% del contenido total, se encuentran la mayoría de las enzimas (Gómez et al., 2007).

Osborne y Voorhees (1905) citado por Cardós et al. (2017). Identificaron en la harina de trigo cinco proteínas distintas según sus solubilidades. Las principales características de estas proteínas se presentan en la Tabla 13. Las tres primeras, solubles en agua, tienen poca relevancia ya que se presentan en pequeñas cantidades. La gliadina y la glutenina son proteínas azufradas (1.14 y 1.08% respectivamente), son las más importantes ya que con el agua y las sales forman el gluten.

Tabla 13

Principales características de las proteínas del grano de trigo según el método de separación Osborne y Voorhees

Proteínas	Soluble en	% del grano	% de la proteína total
Albumina	Agua y solución salinas diluida	0.3	2.5
Globulina	Soluciones salinas diluida	0.6 - 0.7	5.0
Proteosa	Agua	0.3	2.5
Gliadina	Alcohol al 70%	4.0	40-50
Glutenina	Ácidos o álcalis diluidos	4.0	40-50

Fuente: Cardós et al. (2017)

La NTP 205.040 (2016) sobre Harinas sucedáneas de la harina de trigo. Generalidades del INACAL (2016). Señala las siguientes definiciones:

Harinas sucedáneas. Es el producto obtenido de la molienda de cereales, leguminosas, granos andinos, raíces, tuberosas y otras materias primas que puedan sustituir a la harina de trigo para consumo humano.

Harinas compuestas. Es el producto obtenido luego de mezclar 2 o más harinas sucedáneas o de éstas con la harina de trigo.

2.2.8. Pruebas fisicoquímicas para la evaluación de la harina

El resultado de la obtención de un pan de calidad está influenciado principalmente por conocer la calidad de la harina, que a su vez está determinada por la calidad del grano de trigo.

a. Humedad

La humedad en productos derivados de la molienda del trigo es de suma importancia ya que esta influye en el tiempo de vida útil y en su comercialización. La NTP 205.064 (2015) del INACAL (2015) nos señala que la humedad en las harinas de trigo no debe ser superior al 15%.

b. Proteínas

La proteína es un factor determinante en las características tecnológicas del trigo, tanto en cantidad como en calidad. En calidad ejercen un rol relevante las proteínas de reserva, específicamente las gliadinas y las gluteninas, que durante el mezclado por acción del agua forman el gluten (Hevia, 2003).

Con el método Kjeldahl el nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman en sulfato de amonio al ser digeridas en ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le añade hidróxido

de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico, para luego ser titulada con ácido sulfúrico estandarizado (Jiménez, 2008, citado por Anticono, 2017).

c. Gluten

El gluten del trigo está formado por 80% de proteínas y un 8% de lípidos con un resto de hidratos de carbono y cenizas (Mir, 2016).

Al amasar la harina de trigo y luego hacer circular un flujo de agua lentamente, se eliminan los gránulos de almidón quedando una sustancia viscosa y elástica llamada comúnmente “gluten”.

El gluten, sustancia insoluble en agua, se forma a partir de la gliadina y la glutenina cuando la harina se amasa con agua. La glutenina es la proteína estructural que le confiere solidez al gluten. La gliadina es una proteína globular que hidratada es blanda y pegajosa generando la ligazón del gluten. Cuando se hace la masa, las partículas de proteína se expanden uniéndose unas con otras para formar la red esponjosa que retiene los gránulos de almidón (Figura 4) (Cardós et al., 2017).

Figura 4. Esquema de la formación del gluten a partir de la glutenina y gliadina



Fuente: Dupont et al. (2003), citado por Cardós et al. (2017)

La elaboración de la masa implica la expansión (hinchamiento) y atracción entre gliadinas y gluteninas. Un buen gluten se forma cuando ambos

componentes tienen una buena capacidad de hidratación, con lo que se obtiene una gran superficie de contacto, mucha energía superficial y fuerte atracción mutua. Un aumento en el contenido de glutenina alarga el tiempo de expansión, como consecuencia de la mayor solidez que otorga. Por el contrario, a mayores cantidades de gliadina los glútenes serán más blandos. Los enlaces químicos que se producen entre la gliadina y glutenina durante el amasado consisten en puentes de hidrógeno (H) y uniones disulfuro. Los puentes disulfuro le brinda a la masa una mejor consistencia, aumentando el tiempo de fermentación. Esta es la principal acción de las sustancias mejoradoras de harina, que no incrementan la producción de dióxido de carbono (CO₂), sino la capacidad de retención de este gas, ya que la masa se hace más elástica y por lo tanto permite obtener un mayor volumen de pan (Cardós et al., 2017).

d. Cenizas

En el grano de trigo, el contenido mineral se incrementa desde el centro, donde se encuentra la mejor harina, hacia la periferia. El endosperma presenta tres zonas, bien diferenciadas, que difieren en sus características, principalmente en el contenido de sustancias minerales (cenizas): central, media y periférica, como se indica en la Tabla 14.

Tabla 14

Principales características de las distintas zonas del endosperma del grano de trigo, en función de su molienda

Endosperma	Cenizas (%)	Proteínas	
		Cantidad (%)	Calidad
Total	0.6	10.5	
Centro	0.4	9.0	Muy buenas
Medio	0.5	11.0	Intermedias
Periferia	1.5	13.0	Regular

Fuente: Cardós et al. (2017)

El 95% de la materia mineral del grano está formada por fosfatos y sulfatos de potasio, magnesio y calcio. El fósforo se encuentra principalmente como fosfato mono o di-potásico, aunque una parte se encuentra también como ácido fítico. El alto consumo de este ácido favorece la osteoporosis, el cual se encuentra mayoritariamente en el salvado. Entre los elementos menores son importantes el hierro, manganeso y zinc. Los contenidos de sodio, cloro y azufre son variables. Además de éstos hay un gran número de otros elementos presentes como trazas. Las sales minerales de la harina tienen su papel durante la fermentación contribuyendo a la alimentación de las levaduras, pero también influyen en la formación del gluten (Cardós et al., 2017).

e. Acidez

El grado de acidez de una harina se incrementa con el pasar del tiempo como consecuencia de su deterioro, especialmente si está almacenada en

ambientes húmedos y calurosos. Los valores de acidez sirven para monitorear si un producto o subproducto almacenado ha sufrido alteraciones con el transcurso del tiempo (Cardós et al., 2017).

La acidez de las harinas se genera debido a la presencia de ácidos grasos provenientes de la transformación de las materias grasas. Un valor de acidez puede alterar la calidad del gluten reduciendo su elasticidad y su grado de hidratación (Calaveras, 2006, citado por Torpoco, 2016).

f. Almidón Dañado

Los gránulos de almidón en el endospermo del trigo pueden verse afectados debido a las operaciones mecánicas durante la molienda. En este proceso una parte de los gránulos de almidón es dañada, produciendo así lo que se llama almidón dañado. El grado de daño que sufren los gránulos está ligado directamente con la dureza del trigo y con las condiciones y tipo de molienda; mientras mayor sea la resistencia que ofrezcan los granos a la molturación, mayor será el contenido de almidón dañado presente en la harina (Hoseney, 1994d). Un grano de textura blanda ofrece una menor resistencia durante la molienda, y la cantidad de almidón dañado es reducida. Bajo parámetros estandarizadas de molienda, el porcentaje de almidón dañado puede ser utilizado como un indicador para diferenciar entre trigos duros y blandos (Wade, 1988, citado por Barrera, 2014).

El contenido de almidón dañado que normalmente presentan las harinas de trigo está alrededor del 5-13%, variando según las características del trigo y de las condiciones de molienda. En relación con esto, Duyvejonck et al. (2007) informaron un rango de almidón dañado entre 5-8% para harinas

européas comerciales, Rehman et al. (2007) entre un 7-13% para 8 harinas de trigos británicos, Colombo et al. (2008) entre un 7-13% para harinas de trigos argentinos y Barrera et al. (2012) entre un 8,5-13% para harinas de trigo obtenidas por molienda industrial (citado por Barrera, 2014).

La presencia de almidón dañado produce alteraciones en el comportamiento fisicoquímico y en las características reológicas de las harinas y de las masas producidas. El aumento en el contenido de almidón dañado principalmente genera un incremento en la capacidad de absorción de agua de las harinas, lo cual genera masas de difícil manipulación. Otra cualidad relevante es que, debido a su vulnerabilidad enzimática, la presencia de almidón dañado promueve la presencia de glúcidos de bajo peso molecular los cuales afectan la capacidad de retención de agua, la porosidad de las masas y la textura de los productos terminados (Drapron y Godon, 1987, citado por Barrera, 2014).

g. Falling Number

El Falling Number o número de caída es el tiempo en segundos que dura una prueba y que mide indirectamente la actividad de la alfa amilasa utilizando como soporte el almidón de la muestra. Esta enzima tiene importancia debido a que rompe las cadenas de almidón dejando la glucosa libre para que la levadura tenga alimento (Calaveras, 2004, citado por Anticono, 2017).

El test del número de caída tiene como objetivo detectar el daño por pregerminación, optimizar los niveles de actividad enzimática y garantizar la sanidad del grano. La actividad α -amilásica tiene un efecto muy importante

sobre la calidad de panes, galletas, pastas y noodles. Aquellas harinas que tengan una elevada actividad enzimática mostrarán por consiguiente valores bajos de número de caída, ya que el gel de almidón será degradado rápidamente. Una actividad amilásica elevada se traduce en panes más oscuros y con migas más pegajosas, debido al elevado porcentaje de dextrinas. Se debe tener en cuenta que el número de caída no detecta la presencia de β -amilasas, ya que éstas se inactivan a las temperaturas del ensayo (Gómez et al., 2007).

2.2.9. Pruebas reológicas para la evaluación de la harina

Las propiedades reológicas de la masa son un factor importante en la calidad de las diferentes variedades de productos. La reología viene a ser el estudio de la deformación y de cómo fluye un material mientras es sometido a una fuerza. En la química de cereales se utilizan, para estudiar la masa, un conjunto de operaciones que simulan los trabajos necesarios durante la elaboración del pan, tales como el amasado, la manipulación de las masas o la fermentación. Estos equipos brindan información de cómo se comportan las harinas en este tipo de procesos. Además de los métodos de análisis oficiales, los ensayos en estos equipos pueden adaptarse a las formulaciones y condiciones de proceso propias de cada caso o estudio. Por lo tanto, son equipos muy útiles para optimizar formulaciones o comprobar los efectos de ciertos aditivos y enzimas (Gómez et al., 2007).

a. Mixolab

El Manual de usuario MIXOLAB 2, de Chopin Technologies (2015), especifica las capacidades del equipo el cual permite determinar el

comportamiento reológico de una masa sometida a una doble restricción: el amasado y la temperatura. El mixolab mide, en tiempo real, el par (expresado en Nm o mNm) producido por el paso de la masa entre dos varillas amasadoras, permitiendo estudiar:

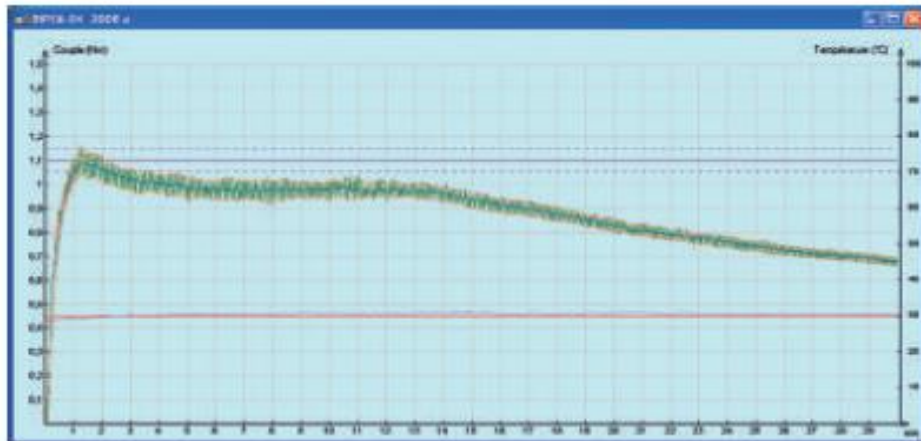
- Las características reológicas de la masa (capacidad de hidratación, tiempo de desarrollo, etc.
- El debilitamiento de las proteínas.
- La actividad de enzimática.
- La gelatinización y retrogradación del almidón.

❖ **Simulador Mixolab**

Uno de los protocolos del equipo mixolab es el Simulador Mixolab (Chopin S) el cual ha sido desarrollado específicamente para obtener resultados que son comparables (valores y unidades) a los datos del Farinógrafo.

Aunque las curvas que se obtienen con el Simulador mixolab tienen la misma forma general que las curvas obtenidas con un Farinógrafo, no hay una relación directa entre estos dos instrumentos (diferentes configuraciones de amasadoras, diferentes unidades, etc.). El simulador incluye un algoritmo de cálculo para convertir automáticamente los datos del Mixolab en datos del Farinógrafo. Señalado en el Mixolab applications handbook de Chopin Technologies-I (2012).

Figura 5. Grafica del simulador Mixolab



Fuente: Chopin Technologies-I (2012). Mixolab applications Handbook

Este protocolo tiene una duración de 30 minutos y se desarrolla a una temperatura de 30°C con una velocidad de amasado de 80 rpm teniendo como objetivo alcanzar el par 1.1 Nm. Nos permite medir datos que a continuación se describen:

Absorción de agua. Es la cantidad de agua necesaria para que la consistencia de la masa alcance 1.1 Nm ($\pm 0,05$ Nm) de fuerza, esto viene a ser equivalente a 500 Unidades farinográficas.

Tiempo de desarrollo. Es el tiempo que transcurre desde que se agrega el agua hasta que la masa alcanza la máxima consistencia, esto se registra en el $C_{m\acute{a}x}$, lo cual viene a ser equivalente a las Unidades Brabender alcanzadas en la curva.

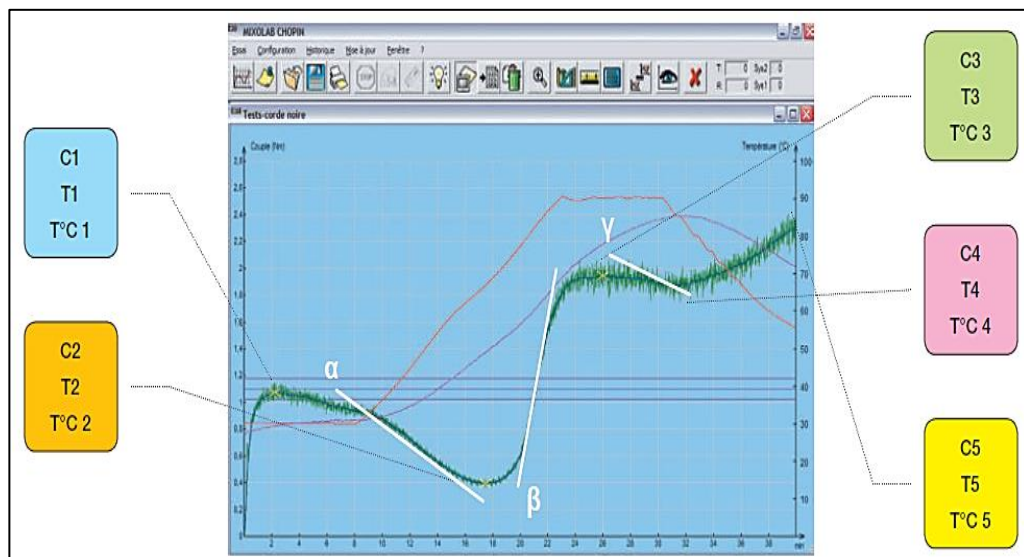
Estabilidad. La estabilidad viene a ser el tiempo que la masa tiene una consistencia mayor a 1,1 Nm de consistencia hasta que la gráfica queda por debajo de la línea de 1,1 Nm.

Debilitamiento. Se refiere a la diferencia que existe entre la máxima consistencia alcanzada y la consistencia que presenta luego de 12 minutos.

❖ Mixolab Standard

El protocolo estándar (Chopin +) mide las propiedades reológicas de la masa sujeta a la doble tensión del amasado y sometida a un ciclo de calentamiento y después de enfriamiento, dicho ciclo tiene una duración de 45 minutos. El peso de masa es de 75 gramos y la consistencia objetivo es de 1,1 Nm (+/- 0,05 Nm).

Figura 6. Grafica del Mixolab estándar



Fuente: Chopin Technologies-I (2012)

Desarrollo de la masa (C1). Durante los primeros 8 minutos de ensayo se simula el trabajo que realiza el Farinógrafo, es decir, determina la absorción de la muestra, el tiempo de desarrollo y calcula la estabilidad. El par C1 viene a ser el punto máximo de la curva durante estos 8 minutos, el cual a su vez representa la absorción de la harina.

Esta fase se desarrolla a 30°C y bajo el efecto del amasado, las proteínas se aglomeran en superestructuras proteicas (GMP - Gluten Macro Polymer). El índice de GMP se incrementa. La red de gluten se desarrolla, lo que se traduce en un aumento acelerado del par C1 (Chopin Technologies- II, 2012).

Calidad de la proteína (C2). Esta etapa se desarrolla entre los minutos 8 y 15 en donde la temperatura aumenta de 30°C a 50°C.

Entre el C1 y C2, los gránulos (de almidón) se “inflan” debido al incremento de la temperatura. La matriz proteica, muy bien repartida alrededor de los gránulos de C1 tiende a aglomerarse en C2 y rodea menos gránulos de almidón, lo que corresponde a la disminución del par registrado por el Mixolab (Chopin Technologies- II, 2012).

En esta sección también se determina el ángulo (alfa) el cual nos indica la velocidad de desnaturalización de la proteína.

Gelatinización del almidón (C3). Esta fase se desarrolla entre los minutos 15 y 22 aumentando la temperatura de 55 a 60°C. Entre C2 y C3, los gránulos de almidones se deforman considerablemente. Empieza el fenómeno de gelatinización, lo que se traduce en un aumento importante y rápido de la viscosidad, y por tanto el aumento del par registrado por el mixolab (Chopin Technologies- II, 2012).

El ángulo beta, nos indica la velocidad de gelatinización del almidón.

Actividad amilásica (C4). Esta etapa va desde el minuto 23 hasta el minuto 32, en el donde la temperatura irá aumentando de 55 hasta 90°C.

Debido a la alta temperatura, las enzimas rompen las cadenas, lo cual produce que la viscosidad decrezca, indicando la actividad amilásica.

A partir de los 55°C, el gluten pierde la capacidad de crear enlaces internos cuando la masa queda en reposo. Esto ilustra perfectamente la desnaturalización de las proteínas, por lo cual la estructura depende de la parte de almidón, con lo cual el par medido proviene esencialmente del almidón gelatinizado. En esta fase la gelatinización del almidón llega a ser completa. Los gránulos están muy deformados y ocupan la mayor parte de la estructura. Se forman aglomerados almidón/proteína. Cuanto mayor sea la diferencia C3-C4, mayor es la licuefacción / actividad amilásica (Chopin Technologies- II, 2012).

El ángulo lambda (λ) indica la velocidad de la activación enzimática.

Retrogradación del almidón (C5). En la fase final del ensayo que va desde el minuto 33 al 45 la temperatura desciende de 90 hasta 50°C.

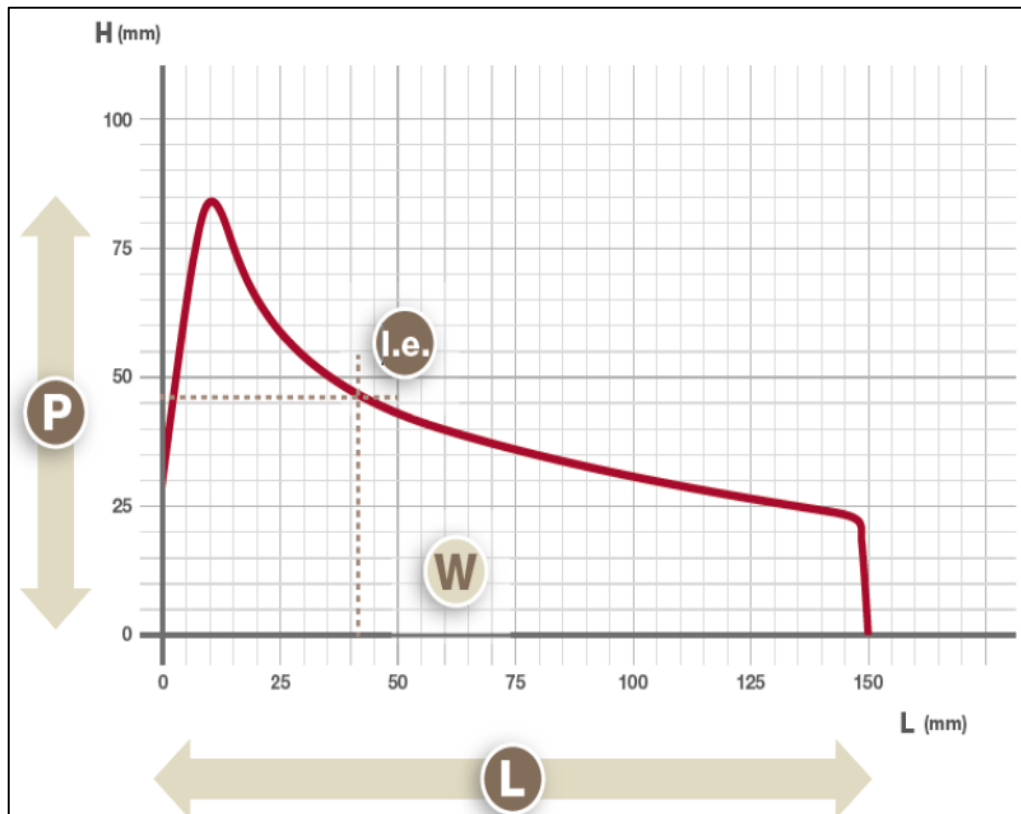
La recristalización de la amilopectina es el parámetro más importante que explica la retrogradación. No obstante, la amilólisis, que retrograda en los primeros momentos (fantasmas), predice el comportamiento futuro de la amilopectina. La velocidad de retrogradación corresponde a la velocidad de asentado del pan (Chopin Technologies- II, 2012).

b. Alveo - consistógrafo

Es un equipo utilizado para estudiar la manejabilidad de las masas. Permite conocer las características mecánicas (viscoelásticas) de las masas. El principio del análisis es el insuflado de una de una masa, previamente reposada, mediante una presión de aire constante, para simular la deformación de la masa (alveolos) ocasionados por el gas producido durante

la fermentación. La curva resultante, alveograma, registra la presión en el interior de la burbuja (Gómez et al., 2007). La Figura 7 muestra los parámetros medidos de un alveograma.

Figura 7. Curva del alveograma



Fuente: Clair, L (2016)

El test se compone de 4 etapas principales:

- Amasado de una mezcla de harina de y agua salada.
- Preparación de cinco amasijos calibrados.
- Reposo de los amasijos.
- Inflamamiento automático de cada amasijo hasta la explosión de la burbuja, etapa en la que el equipo grafica la curva del alveograma.

El Alveógrafo mide las características reológicas fundamentales de la masa:

Tenacidad (P). Nos indica la capacidad de resistencia a la deformación de la masa.

Extensibilidad (L). Volumen máximo que llega a contener la burbuja. Se mide desde el origen de la curva, hasta el punto vertical en el momento que decae la presión como consecuencia de la ruptura del alveolo.

Relación P/L. La relación entre la tenacidad y la extensibilidad nos indica el equilibrio de la curva.

Fuerza panadera (W). La fuerza panadera es el trabajo mecánico que se necesita para deformar 1 g de masa desde el estado inicial compacto hasta su rotura, representa la superficie por debajo de la curva del alveograma. Indica la “fuerza” de la masa y su poder corrector (Cardós et al., 2017).

2.2.10. Prueba de panificación

La prueba de panificación consiste en mezclar determinados ingredientes para luego, mediante un proceso secuenciado, elaborar piezas de panes, los mismos que nos permitirán evaluar el comportamiento de la harina.

Técnicamente el valor panificable de una harina es el resultado de la capacidad que tiene de producir gas (empuje) y la capacidad para retener ese gas (estructura). Los mejores resultados de panificación se obtienen cuando ambos factores están en su punto óptimo, es decir, cuando la presión del CO₂ es máxima y la masa (en función de su elasticidad y extensibilidad) es capaz de soportar la presión del gas. En este punto se debe introducir la masa en el horno. Antes del punto de coincidencia, ambos factores carecen del desarrollo suficiente y pasado ese punto ambos se habrán debilitado. Según qué tan rápido se produzca esta

coincidencia, la masa se adaptará para una conducción corta o larga en panadería (Cardós et al., 2017).

a. Ingredientes principales

Los principales ingredientes necesarios para la elaboración de panes son la harina, el agua, la levadura y la sal, también se emplean otros ingredientes secundarios como el azúcar, la grasa, mejoradores entre otros.

❖ Harina

Las harinas destinadas a panificación deben tener una adecuada capacidad de retención de gases y una actividad amilásica adecuada. Las proteínas del trigo (gluten) tienen la capacidad de formar una red tridimensional capaz de retener los gases generados durante la fermentación. Esta capacidad es exclusiva del gluten de trigo y depende de la variedad de trigo, las condiciones durante su cultivo y el proceso de molturación. No se pueden dar recomendaciones generales sobre las necesidades proteicas de las harinas ya que cada proceso y formulación requieren harinas distintas. En general las harinas muy flojas, con escasa capacidad de retención de gas, producen panes aplanados y muy densos. Por el contrario, las harinas excesivamente fuertes y tenaces no son capaces de expandirse, son difícilmente manejables y producen panes redondeados, pero con poco volumen (Gómez et al., 2007).

❖ Agua

Es el segundo componente mayoritario de la masa y el que hace posible el amasado de la harina y la formación del gluten. Con el trabajo

mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad. La presencia de agua en la masa también es necesaria para el desarrollo de las levaduras llevarán a cabo la fermentación del pan. (Mesas y Alegre, 2002).

❖ **Levadura**

En panificación se denomina levadura al componente microbiano que se adiciona a la masa con el fin de hacerla fermentar de modo que se produzca etanol y CO₂. Este CO₂ queda retenido en la masa la cual se esponja y aumenta de volumen. A este fenómeno se le denomina levantamiento de la masa. Los microorganismos presentes en la levadura son principalmente levaduras que son las responsables de la fermentación alcohólica, pero también se pueden encontrar bacterias que actúan durante la fermentación dando productos secundarios que van a conferir al pan determinadas características organolépticas, en concreto una cierta acidez (Mesas y Alegre, 2002).

La temperatura influye en el accionar de las levaduras. Una temperatura de 26°C es adecuada para una buena acción de la levadura, Temperaturas inferiores retrasarán la acción, mientras que temperaturas sobre los 35°C debilitan su acción.

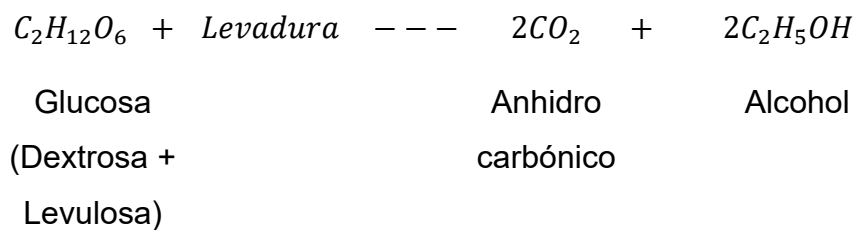
❖ **Sal**

La sal le brinda el sabor al pan; además fortalece el gluten actuando sobre la formación de éste, aumenta la fuerza y la tenacidad a medida que la dosificación aumenta, también aumenta la absorción de agua. El exceso de sal tiende a reducir la capacidad de la levadura, incluso puede

detener la fermentación. La falta de sal puede ocasionar: panes insípidos; fermentaciones muy aceleradas con panes de excesivo volumen y corteza muy fina, pero a su vez durante la fermentación, hay una tendencia a debilitarse y son piezas que hay que trabajar con cuidado; masas pegajosas y muy blandas durante el amasado, lo que no ayuda a dar firmeza al pan; panes con corteza descolorida. (Álvarez y Tusa Manz, 2009).

❖ **Azúcar**

Quaglia (1999, citado por Antikona, 2017) señala que la levadura es la que ataca a los azúcares fermentables (dextrosa y levulosa) que se encuentran en la harina, como la maltosa formada en la hidrólisis del almidón, por eso su importancia en la disposición de azúcares para producir CO₂ que sirva para elevar la masa según la ecuación:



❖ **Grasa**

Las grasas son sustancias que mejoran las características de las masas de los productos horneados, ya que la grasa se reparte en finas capas por las redes del gluten de la masa, generando un efecto lubricante, produciendo una masa suave y la uniformidad de la miga es más pronunciada (Quaglia, 1991, citado por Anticono, 2007).

❖ **Mejorador**

El mejorador es un producto compuesto principalmente por enzimas, emulsificantes, agentes oxidantes, azúcares y antiapelmazantes. Tiene la finalidad de reforzar las propiedades naturales de la harina, para que la masa elaborada permita una adecuada manipulación. La dosis habitual recomendada es del 1% del peso de la harina.

b. Proceso de elaboración

Quaglia, 1991; Kamel, 1993; Guinet y Godon, 1996; Cauvain y Young, 1998, citado por Mesas y Alegre (2002), describen el proceso de elaboración de pan en las siguientes etapas:

❖ **Amasado**

El objetivo es lograr una mezcla íntima de los diferentes ingredientes para luego conseguir, mediante el trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa, así como su perfecta oxigenación. El amasado se lleva a cabo en máquinas llamadas amasadoras, las cuales constan de una artesa móvil donde se colocan los ingredientes y de un elemento amasador cuyo diseño determina en cierto modo los distintos tipos de amasadoras, siendo las de brazos de movimientos variados (sistema Artofex) y las espirales (brazo único) en forma de “rabo de cerdo” las más utilizadas en la actualidad.

❖ **División y pesado**

La finalidad es brindar a las piezas el peso justo. Si fueran piezas grandes se suelen pesar a mano. Si se trata de piezas pequeñas se

puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora. En las grandes panificadoras donde el rendimiento horario oscila entre las 1000 y 5000 piezas se suele utilizar divisoras volumétricas continuas.

❖ **Heñido o Boleado**

En esta etapa se busca dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede ejecutarse a mano, si la baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan. O puede realizarse mecánicamente mediante boleadoras siendo las más comunes las formadas por un cono truncado giratorio.

❖ **Reposo**

Su finalidad es dejar descansar la masa para que se recupere de la degasificación sufrida durante la división y boleado. Esta fase puede ser llevada a cabo a temperatura ambiente en el propio obrador o mucho mejor en las denominadas cámaras de bolsas, en las que se controlan la temperatura, el tiempo de permanencia en la misma.

❖ **Formado**

En esta etapa se busca dar la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma. Si la pieza es grande o tiene un formato especial suele realizarse a mano. Si las piezas se tratan de barras, que a menudo suponen más del 85% de la producción de una panadería, es común realizarse por medio de máquinas formadoras de barras en las que dos rodillos que

giran en sentido contrario aplastan el fragmento de masa y lo enrollan sobre sí mismo con ayuda de una tela fija y otra móvil.

❖ **Fermentación**

Se lleva a cabo la fermentación alcohólica mediante las levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias. La finalidad de la fermentación es la formación de CO₂, para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina.

La fermentación se produce durante todo el tiempo que transcurre desde que se han mezclado todos los ingredientes (amasado) hasta que la masa ya dentro del horno alcanza unos 50 °C en su interior.

En la práctica se habla de varias fases o etapas de la fermentación:

La pre fermentación que corresponde a la etapa de la elaboración de la masa madre o de la esponja en los métodos indirectos.

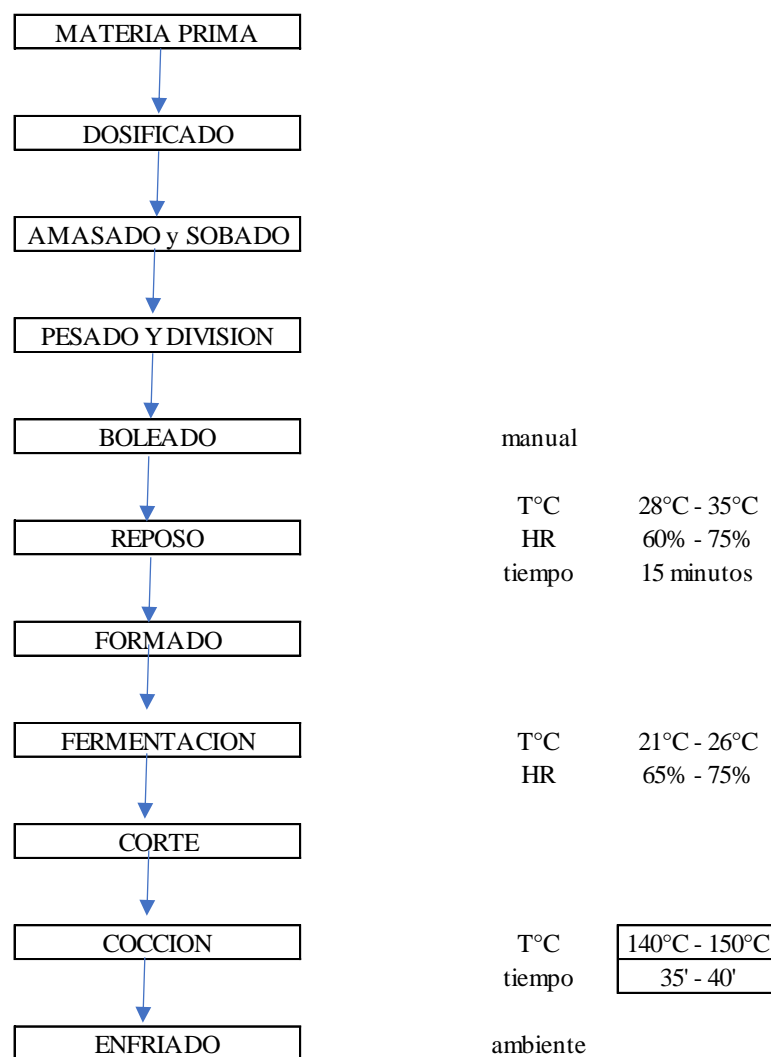
La fermentación en masa es el periodo de reposo que se da a la masa desde que finaliza el amasado hasta que la masa se divide en piezas.

Es una etapa larga en la panificación francesa y en algunas elaboraciones españolas como la chapata gallega, pero es muy corta o inexistente en las elaboraciones mecanizadas del pan común.

La fermentación intermedia, viene a ser el periodo de reposo que se da a la masa en las cámaras de bolsas tras el boleado y antes del formado.

La fermentación final o fermentación en piezas es el periodo de reposo que se da a las piezas individuales desde que se practicó el formado hasta que se inicia el horneado del pan. Esta fase suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas a 30 °C y 75% de humedad durante 60 min a 90 min, aunque los tres parámetros pueden variar según las necesidades del panadero.

Figura 8. Diagrama de flujo de elaboración del pan



Fuente: Cogorno S.A. (2001)

❖ Corte

Es una operación que se realiza después de la fermentación, justo en el momento en que el pan va a ser introducido en el horno. Consiste en

realizar pequeñas incisiones en la superficie de las piezas. Su finalidad es permitir el desarrollo del pan durante la cocción.

❖ **Cocción**

Durante la fermentación se lleva a cabo la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y pardeamiento de la corteza. La cocción se realiza en hornos a temperaturas que van desde los 220 a los 260 °C, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100 °C.

Los hornos empleados en panadería pueden ser continuos (hornos de túnel), pudiendo ser alimentarlos con una secuencia ilimitada de piezas, o discontinuos cuando una vez cargados con la totalidad de las piezas hay que esperar a que se cuezan para sacarlas e introducir una nueva carga (hornos de solera, hornos de pisos, hornos de carros, etc.). Luego de la cocción y enfriamiento el pan está listo para su consumo, aun así, el proceso completo puede que conlleve rebanado y/o empaquetado.

2.2.11. Impacto ambiental

La elaboración de la harina de pituca implica la generación de residuos de la corteza del tubérculo, el cual sería utilizado como abonos orgánicos, la generación de aguas residuales producto del lavado de la pituca y la producción de emisiones de gases al deshidratar y convertir en harina. La molienda de la harina de trigo genera ruido, emisiones de polvo y el consumo de energía.

La ejecución de los análisis reológicos y fisicoquímicos generan desechos de masa de las harinas, el cual fue recolectado en recipientes de residuos orgánicos.

La elaboración del pan genera la emisión de gases al medio ambiente producto del horneado del pan. Sin embargo, al realizarse la presente investigación a nivel de laboratorio, no se midió el impacto ambiental antes mencionado.

2.3. Conceptual

Las harinas son productos de la molienda de los granos con la finalidad de obtener un polvo para poder utilizarlo en diversas preparaciones, en el caso de las harinas proveniente de tubérculos es necesarios reducir su contenido de agua antes de proceder a la molienda, de modo que se pueda mezclar con otras harinas.

La evaluación de una mezcla es importante porque nos permite conocer sus características, que nos servirá para poder estandarizar una formulación, para elaborar un producto alimenticio de calidad uniforme.

2.4. Definición de términos básicos

Calidad: propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. (RAE, 2020).

Gluten: proteína de reserva nutritiva que se encuentra en las semillas de las gramíneas junto con el almidón. (RAE, 2020).

Pan: alimento que consiste en una masa de harina, por lo común de trigo, levadura y agua, cocida en un horno. (RAE, 2020).

Masa: mezcla que proviene de la incorporación de un líquido a una materia pulverizada, de la cual resulta un todo espeso, blando y consistente. (RAE, 2020).

Mezcla: agregación o incorporación de varias sustancias o cuerpos que no tienen entre sí acción química. (RAE, 2020).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- ✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación.

3.1.2. Hipótesis específicas

- ✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento reológico.
- ✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento de los análisis fisicoquímicos.
- ✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en la prueba de panificación del pan de molde.

3.2. Variables

3.2.1. Variables independientes

- ✓ Mezclas de harina de trigo (HT) y harina de pituca (HP).
- ✓ HT 100% HP 0%, HT 95% HP 5%, HT 90% HP 10%, HT 85% HP15 %.

3.2.2. Variables dependientes

- ✓ Comportamiento reológico (gráfica del simulador mixolab, gráfica del mixolab estándar, gráfica del alveograma).
- ✓ Comportamiento fisicoquímico (humedad, proteínas, gluten, cenizas, acidez, almidón dañado, número de caída).
- ✓ Prueba de panificación de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca. (altura del pan, volumen del pan, peso del pan).

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 15

Operacionabilidad de las variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Mezclas de harina de trigo y harina de pituca	Porcentajes	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla 100% de harina de trigo y 0% harina de pituca • Mezcla 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca • Mezcla 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca • Mezcla 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca
DEPENDIENTE	Análisis reológicos	Fuerza (Nm) Tiempo (min)	Grafica del Simulador mixolab Hidratación, tiempo de desarrollo, estabilidad, debilitamiento, Cmax.
		Fuerza (Nm) Tiempo (min) Temperatura (°C)	Grafica del Mixolab estándar Absorción, amasado, gluten, viscosidad, amilasas, retrogradación.
		Longitud (mmH ₂ O) Longitud(mm) Trabajo (J)	Grafica del Alveograma Tenacidad, extensibilidad, fuerza panadera, P/L
	Análisis físico químicos	Porcentajes	Humedad
		Porcentajes	Proteínas
		Porcentajes	Gluten húmedo, gluten seco, índice de gluten
		Porcentajes	Cenizas
		Porcentajes	Ácido sulfúrico
		UCD (Unidad Chopin Dubois)	Almidón dañado
		Segundos	Número de caída
Prueba de panificación	Longitud (mm) Volumen (ml) Peso (g)	Altura del pan Volumen del pan Peso del pan	

Fuente y elaboración: Elaboración propia (2021)

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es de tipo aplicada debido a que busca una solución con nuevos conocimientos encontrados.

El diseño de investigación es experimental, debido a que se va a manipular la variable independiente (Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P., 2018).

Únicamente con posprueba y grupo control: para evaluar características de las mezclas de harinas y de pituca.

RG ₁	-	01
RG ₂	X ₁	02
RG ₃	X ₂	03
RG ₄	X ₃	04

R: Aleatorizados

G: Grupos

X: Tratamientos

O: Observaciones

- : Control (sin tratamiento)

4.2. Método de investigación

Cuantitativo

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Estará comprendida por todas las unidades producidas en los ensayos.

4.3.2. Muestra

La muestra probabilística al azar utilizando la formula finita.

La técnica de muestreo será el muestreo probabilístico aleatorio simple que se obtendrá a través de una formula estadística, para el cálculo de la muestra con poblaciones finitas.

La muestra es aleatoria simple, que se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot N + z^2 \cdot (p)(q)}$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confianza (1,96)

p = tasa de prevalencia de objeto de estudio (0,5)

q = (1-p) = 0,5

N = tamaño de la población total de 400 bolsas de harinas de 250g c/0)

e = precisión o error (0.05)

Aplicando la ecuación tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2(400) \cdot (0.5)(0.5)}{(0.05)^2(400) + (1.96)^2 \cdot (0.5)(0.5)}$$

$$n = 195.96 \text{ bolsas}$$

Por tanto, se evaluarán 196 bolsas del total de 250g de peso, los cuales estarán dividido entre 16 ensayos por cada evaluación que se realice (comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación), obteniéndose 12 bolsas que se deberán muestrear por cada ensayo.

4.4. Lugar de estudio

- Empresa: Cogorno S.A.
- RUC: 20419757331
- Dirección: Jr. Manco Cápac 332 Callao

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Etapa I

Obtención de la mezcla de harinas de trigo y harina de pituca

- Molienda de trigo en molino Experimental Bühler. Todo el flujo desde el pre limpia, limpia, humectación del trigo, molienda, tamizados, cernidos, purezas y embolsado. Autor: Cogorno SA.
- Deshidratación de la pituca y molienda, cernido y embolsado. Siguiendo como referencia la investigación realizada por los autores Obando L., Vega E. (2019), en su trabajo titulado Proceso de secado de pituca (*Colocasia esculenta*) en un secador rotatorio discontinuo.
- Mezclado de las harinas de trigo y harina de pituca

Etapa II

Evaluar el comportamiento fisicoquímico de las mezclas de harinas obtenida de los trigos (*Triticum spp.*) y harina de pituca con diferentes grados de sustitución mediante los siguientes métodos y técnicas.

- Determinación de humedad (%) Método NTP 205.037
- Determinación de proteínas (%). Método AOAC 920.152
- Determinación del gluten (%) Método ICC 137

- Determinación de cenizas (%) Método NTP 205.038
- Determinación de la acidez (%) Método NTP 205.039
- Determinación del almidón dañado. Método AACC 76-33.01
- Determinación del Falling number. Método AACC 56-81.04

Etapas III

Evaluar el comportamiento reológico de las mezclas de harina de trigo y harina pituca utilizando los equipos mixolab y el alveo – consistógrafo.

- Mixolab simulador, protocolo “Chopin S”. Método NF V03 - 765
- Mixolab estándar, protocolo “Chopin +”. Método AACC 54-60.01
- Determinación del alveograma. Método AACC 54-30.02

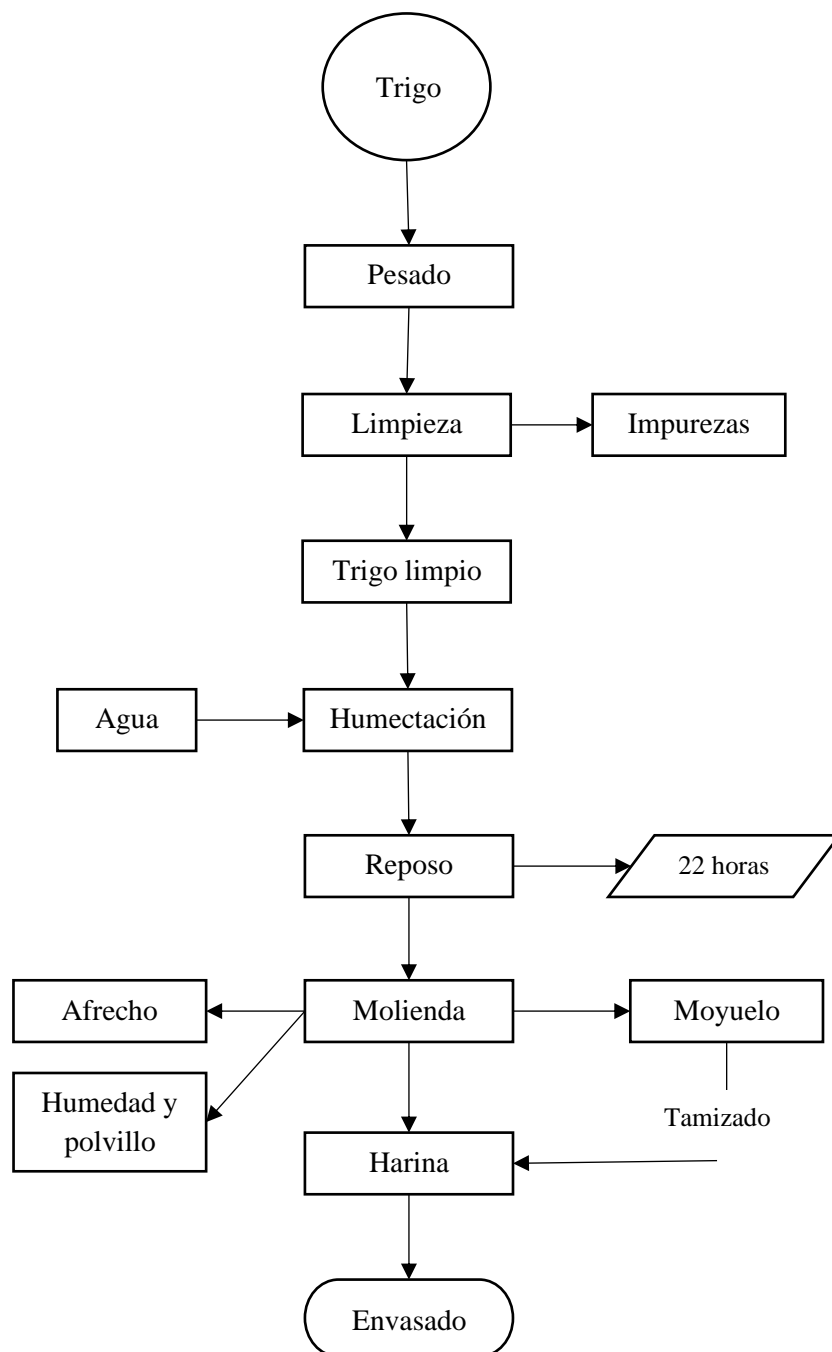
Etapas IV

Evaluar el comportamiento de panificación de las mezclas de harina de trigo (*Triticum spp.*) y harina pituca, en la elaboración de pan tipo molde, para conocer sus características físicas de altura, volumen y peso.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

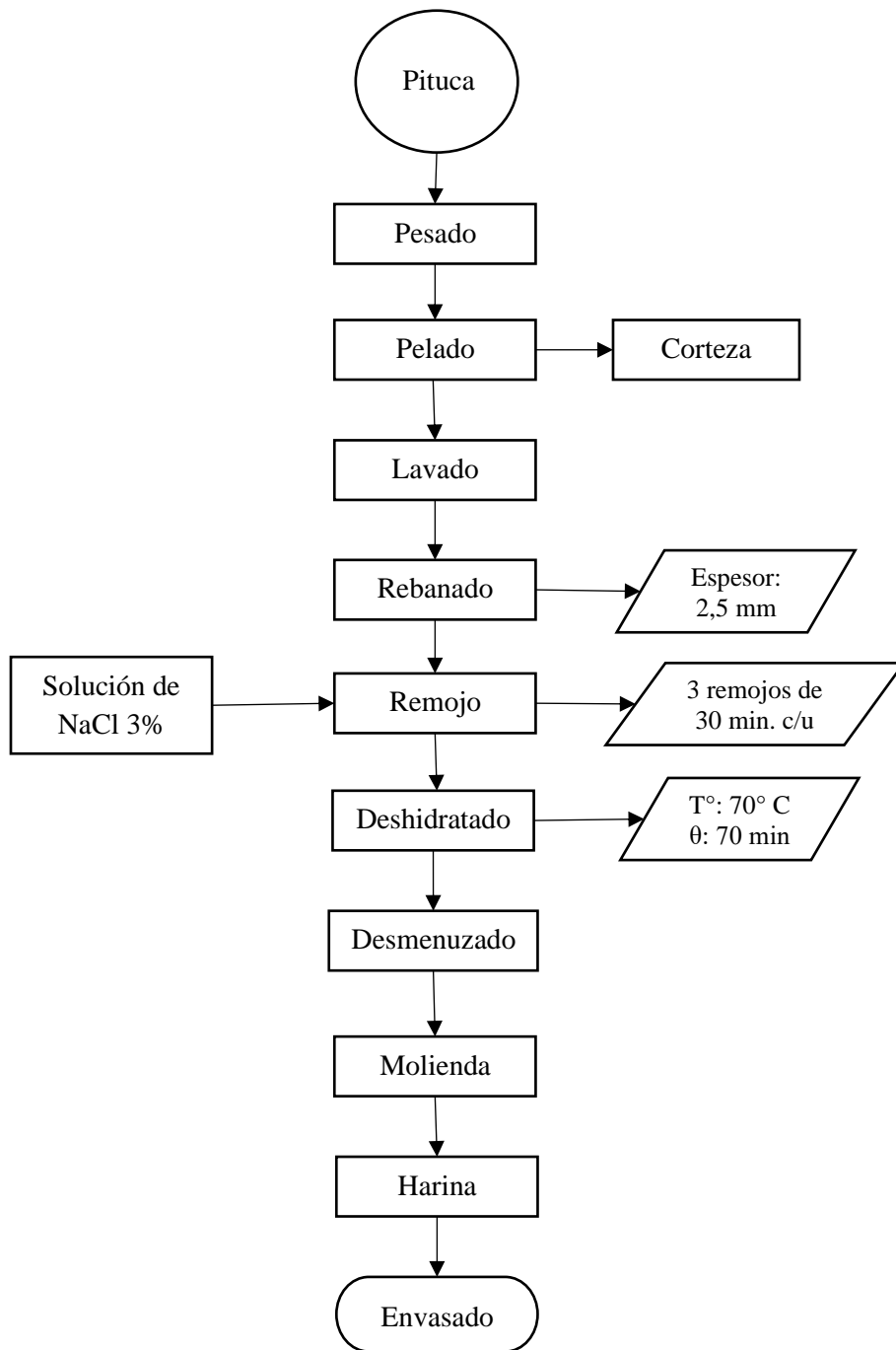
Los resultados de los análisis fisicoquímicos, reológicos y los parámetros físicos del pan de molde, se estudiaron aplicando el análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre las mezclas de harinas. Para ello se empleó el paquete estadístico de MINITAB v.19.

Figura 9. Diagrama de proceso de la molienda experimental del trigo CWRS



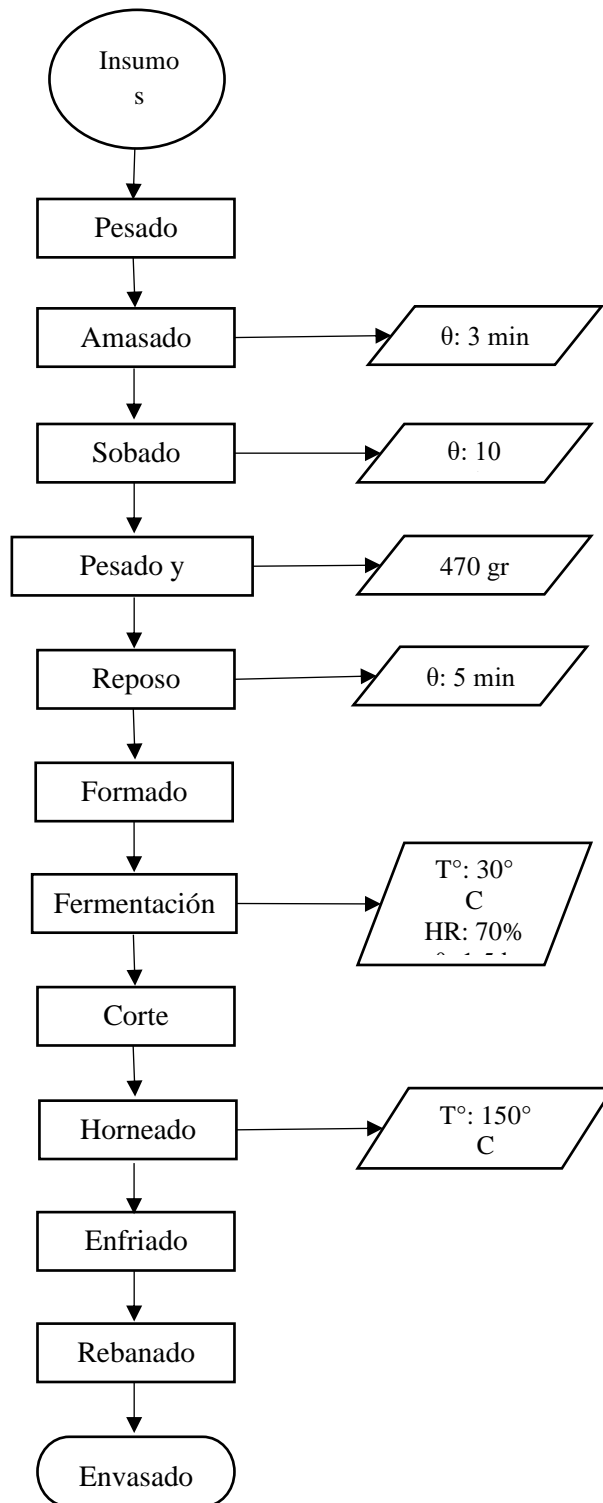
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 10. Diagrama de proceso del deshidratado de la pituca



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 11. Diagrama de proceso elaboración del pan de molde



Fuente: Elaboración propia (2022)

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. De la obtención de las harinas de trigo y harina de pituca

En la tabla 16 se presentan los valores de los parámetros fisicoquímicos del trigo CWRS.

Tabla 16

Parámetros fisicoquímicos del trigo CWRS

Parámetros	R1	R2	R3	R4
Humedad (%)	13,20	13,19	13,20	13,22
Cenizas (%)	1,71	1,71	1,72	1,69
Peso hectolitro (g/)	85,02	84,78	85,01	84,88
Número de caída (seg.)	397	388	397	386

Fuente: Elaboración propia (2022)

El trigo se humectó hasta alcanzar 16% de humedad, con la finalidad de ablandar el grano para facilitar su molienda. La cantidad de agua añadida al trigo se calculó con la siguiente fórmula:

$$W * H_i + X = (W + X)16\%$$

Donde:

- W: Peso del trigo (g)
- H_i: Humedad del trigo (%)
- X: Cantidad de agua a agregar (ml)

En la tabla 17 se presentan los valores del análisis fisicoquímico de la harina de la pituca.

Tabla 17*Análisis fisicoquímicos de la harina de pituca (Colocasia esculenta)*

Ensayo	Resultado
Humedad (g / 100 g de muestra original)	12,0
Carbohidratos (g / 100 g de muestra original)	78,6
Proteínas (g / 100 g de muestra original)	4,2
Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,5
Cenizas (g / 100 g de muestra original)	4,7
Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	335,7
Fibra cruda (g / 100 g de muestra original)	1,7
Acidez (% ácido sulfúrico)	0,116*

Fuente: La Molina Calidad Total Laboratorios – UNALM (2021)

* Fuente: Elaboración propia (2021)

5.1.2. De las características fisicoquímicas de las mezclas de harinas

En la tabla 18 se presentan los valores de las humedades de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 18*Humedades de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca*

Muestras	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
100% harina de trigo	13,91	13,88	13,93	13,92
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	13,83	13,85	13,8	13,81
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	13,7	13,71	13,75	13,73
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	13,62	13,62	13,64	13,61

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 19 se presentan los valores de las proteínas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 19

Proteínas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	Resultado (%)
100% harina de trigo	12,6
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	12,3
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	11,8
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	11,5

Fuente: La Molina Calidad Total Laboratorios – UNALM (2021)

En la tabla 20 se presentan los valores del gluten húmedo de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 20

Gluten húmedo de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
100% harina de trigo	36,37	36,32	36,27	36,47
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	34,62	34,59	34,72	34,65
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	33,04	32,95	32,87	32,92
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	31,47	31,09	31,17	31,23

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 21 se presentan los valores del gluten seco de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 21*Gluten seco de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca*

Muestras	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
100% harina de trigo	12,15	12,27	12,22	12,36
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	11,95	11,86	11,92	11,9
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	11,54	11,41	11,48	11,42
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	10,71	10,52	10,66	10,69

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 22 se presentan los valores del índice de gluten húmedo de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 22*Índice de gluten de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca*

Muestras	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
100% harina de trigo	89,8	89,02	90,35	91,51
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	92,54	91,65	91,17	89,87
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	90,59	89,12	91,01	89
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	92,95	93,17	91,64	94,59

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 23 se presentan los valores de cenizas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 23

Cenizas de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
100% harina de trigo	0,43	0,43	0,44	0,42
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	0,59	0,60	0,60	0,60
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	0,77	0,75	0,76	0,75
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	0,92	0,93	0,92	0,94

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 24 se presentan los valores de acidez, expresada en porcentaje de ácido sulfúrico de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 24

Acidez de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
100% harina de trigo	0,068	0,063	0,063	0,058
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	0,068	0,068	0,072	0,068
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	0,077	0,077	0,087	0,077
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	0,082	0,092	0,087	0,082

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 25 se presenta los valores del almidón dañado de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 25*Almidón dañado de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca*

Muestras	R1 (UCD)	R2 (UCD)	R3 (UCD)	R4 (UCD)
100% harina de trigo	18,9	18,8	18,9	18,7
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	18,6	18,7	18,5	18,6
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	18,5	18,4	18,4	18,5
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	18,3	18,1	18,3	18,2

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 26 se presentan los valores del Número de caída de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 26*Número de caída de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca*

Muestras	R1 (seg)	R2 (seg)	R3 (seg)	R4 (seg)
100% harina de trigo	390	398	394	395
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	420	417	419	419
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	426	429	425	429
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	446	439	437	449

Fuente: Elaboración propia (2022)

5.1.3. De las características reológicas de las mezclas de harinas

En la tabla 27 se presentan los valores de los parámetros que se representan en la curva del simulador mixolab de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 27

Simulador mixolab de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	Parámetros	R1	R2	R3	R4
100% harina de trigo	Absorción (%)	63,7	63,4	63,5	63,4
	Tiempo de desarrollo (min)	7,8	7,6	7,9	7,2
	Estabilidad (min)	14,0	14,9	13,6	14,2
	Debilitamiento (Nm)	0,029	0,009	0,009	0,009
	Cmax (Nm)	1,096	1,083	1,115	1,102
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	Absorción (%)	63,4	63,6	63,7	63,7
	Tiempo de desarrollo (min)	7,5	7,8	7,6	8,8
	Estabilidad (min)	14,3	14	14,6	14,4
	Debilitamiento (Nm)	0,040	0,031	0,024	0,015
	Cmax (Nm)	1,126	1,121	1,112	1,112
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	Absorción (%)	64,6	64,3	64,4	64,3
	Tiempo de desarrollo (min)	8,8	8,9	7,1	7,7
	Estabilidad (min)	15,9	15,9	14	15,6
	Debilitamiento (Nm)	0,037	0,015	0,044	0,035
	Cmax (Nm)	1,139	1,095	1,104	1,081
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	Absorción (%)	64,7	64,7	64,6	64,7
	Tiempo de desarrollo (min)	7,8	7,7	6,9	6,8
	Estabilidad (min)	17	16,4	14,8	15,7
	Debilitamiento (Nm)	0,035	0,035	0,048	0,051
	Cmax (Nm)	1,114	1,114	1,093	1,116

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 28 se presentan los valores de los parámetros que se representan en la curva del mixolab estándar de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 28

Mixolab estándar de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	Parámetros	R1	R2	R3	R4
100% harina de trigo	Hidratación (%)	61,7	61,7	61,7	61,7
	C1 (Nm)	1,104	1,109	1,093	1,087
	C2 (Nm)	0,456	0,446	0,453	0,453
	C3 (Nm)	1,724	1,727	1,729	1,734
	C4 (Nm)	1,397	1,392	1,394	1,396
	C5 (Nm)	1,957	1,966	1,947	1,964
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	Hidratación (%)	61,7	61,8	61,9	62,0
	C1 (Nm)	1,116	1,113	1,133	1,103
	C2 (Nm)	0,438	0,441	0,445	0,432
	C3 (Nm)	1,705	1,716	1,721	1,701
	C4 (Nm)	1,312	1,315	1,323	1,318
	C5 (Nm)	1,774	1,800	1,798	1,825
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	Hidratación (%)	62,3	62,5	62,6	62,6
	C1 (Nm)	1,123	1,118	1,094	1,108
	C2 (Nm)	0,418	0,427	0,405	0,405
	C3 (Nm)	1,654	1,629	1,628	1,641
	C4 (Nm)	1,278	1,263	1,270	1,256
	C5 (Nm)	1,701	1,671	1,661	1,673
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	Hidratación (%)	62,8	63,0	63,1	63,0
	C1 (Nm)	1,123	1,113	1,084	1,117
	C2 (Nm)	0,392	0,396	0,376	0,393
	C3 (Nm)	1,615	1,588	1,588	1,611
	C4 (Nm)	1,242	1,243	1,233	1,242
	C5 (Nm)	1,656	1,655	1,648	1,651

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 29 se presentan los valores de los parámetros que se representan en la curva del alveograma de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 29

Parámetros del alveograma de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	Parámetros	R1	R2	R3	R4
100% harina de trigo	P (mmH ₂ O)	81	80	80	80
	L (mm)	139	139	140	136
	W (10 ⁻⁴ J)	317	305	306	299
	P/L	0,58	0,58	0,57	0,59
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	P (mmH ₂ O)	102	98	96	94
	L (mm)	109	109	109	114
	W (10 ⁻⁴ J)	334	316	310	308
	P/L	0,94	0,9	0,88	0,82
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	P (mmH ₂ O)	115	117	116	116
	L (mm)	90	89	86	86
	W (10 ⁻⁴ J)	326	328	319	318
	P/L	1,28	1,31	1,35	1,35
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	P (mmH ₂ O)	137	137	136	135
	L (mm)	72	71	70	68
	W (10 ⁻⁴ J)	335	332	327	316
	P/L	1,9	1,93	1,94	1,99

Fuente: Elaboración propia (2022)

5.1.4. De las características del pan

En la tabla 30 se presentan los valores de los parámetros físicos del pan de molde elaborados con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Tabla 30

Parámetros del pan de molde elaborados con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	Parámetros	R1	R2
100% harina de trigo	Altura (mm)	122,41	119,52
	Peso (g)	405,5	406,5
	Volumen (ml)	1650	1680
Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca	Altura (mm)	114,05	115,08
	Peso (g)	404,5	404,5
	Volumen (ml)	1590	1580
Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca	Altura (mm)	108,48	109,58
	Peso (g)	403,5	404
	Volumen (ml)	1570	1550
Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca	Altura (mm)	106,4	105,11
	Peso (g)	406,5	404,5
	Volumen (ml)	1400	1410

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 31 se muestra la formulación de la elaboración del pan de molde.

Tabla 31

Formulación de elaboración del pan de molde elaborados con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Insumos	Porcentaje panadero
Harina	100
Agua	52
Manteca	10
Azúcar	8
Sal yodada	1.5
Levadura fresca	2
Mejorador	1

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 12. Pan de molde, elaborado con 100% harina de trigo



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 13. Pan de molde, elaborado con la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 14. Pan de molde, elaborado con la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 15. Pan de molde, elaborado con la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca



Fuente: Elaboración propia (2022)

5.2. Resultados inferenciales

5.2.1. De la obtención de las harinas de trigo y harina de pituca

El trigo que se utilizó fue de origen canadiense de la variedad denominada como trigo rojo de primavera del oeste de Canadá (CWRS), el cual presentó una humedad promedio de 13,20%. Su ceniza promedio, expresada en base seca, fue de 1,71%. El peso hectolitro, el cual se define como el peso de un volumen de 100 litros de trigo tal cual, y se expresa como kilogramos por hectolitro, tuvo un valor promedio de 84.92 kg/hl, esto nos indica que la materia prima es de alta calidad y se podría obtener un alto rendimiento en la molienda. El promedio del número de caída fue de 392 segundos.

La molienda del trigo se realizó en el molino experimental Bühler automático MLU-202, para ello el trigo se humectó hasta alcanzar una humedad del 16%, reposando 22 horas antes de su molienda. El moyuelo obtenido se tamizó en mallas de 250 micras y el retenido del tamizado se mezcló con la harina total, obteniendo una extracción del 75,11%.

La pituca utilizada en la presente investigación fue de la variedad blanca, adquirida en el mercado de Minka, puesto P05-P03 L065. La humedad de la pituca fresca fue de 67,36%. Las hojuelas de la pituca de 2,5 mm de espesor se sumergieron en una solución de 3% de NaCl durante 30 minutos y se realizó tres veces este mismo paso, luego se deshidrató durante 70 minutos a 70 °C. Una vez enfriado, se llevó a un molino para refinarlo al nivel de harina, finalmente se envasó.

Los resultados fisicoquímicos de la harina de pituca fueron de 12,0% de humedad, 4,2% de proteínas, 4,7% de cenizas, 0,116% de acidez, 78,6% de carbohidratos, 0,5% de grasa y 335,7 Kcal por 100 gramos de muestra. En donde la humedad y la acidez cumple con la especificación en la NTP 205.040 (2016); mientras que la ceniza presenta un valor fuera de dicha norma.

5.2.2. De las características fisicoquímicas de las mezclas de harinas

De la tabla 32 podemos notar que la humedad promedio de la harina de trigo fue de 13,91% mientras que las humedades de las mezclas con 5%, 10% y 15% de sustitución de harina de pituca fueron de 13,82%, 13,72% y 13,62% respectivamente, lo cual nos indica que, a mayor contenido de harina de pituca en la mezcla, menor fue la humedad de la mezcla existiendo diferencia significativa entre todas las mezclas de harina.

Tabla 32

Resultados comparativos de los análisis fisicoquímicos de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Mezclas	100% harina de trigo	95% harina de trigo y 5% harina de pituca	90% harina de trigo y 10% harina de pituca	85% harina de trigo y 15% harina de pituca
Humedad (%)	13,91 ± 0,02 a	13,82 ± 0,02 b	13,72 ± 0,02 c	13,62 ± 0,01 d
Proteínas (%)	12,6	12,3	11,8	11,5
Gluten húmedo (%)	36,36 ± 0,09 a	34,65 ± 0,06 b	32,95 ± 0,07 c	31,30 ± 0,27 d
Gluten seco (%)	12,25 ± 0,09 a	11,91 ± 0,04 b	11,46 ± 0,06 c	10,65 ± 0,09 d
Índice de gluten (%)	90,17 ± 1,05 b	91,31 ± 1,11 ab	89,93 ± 1,02 b	93,09 ± 1,21 a
Cenizas (%)	0,43 ± 0,01 d	0,60 ± 0,01 c	0,76 ± 0,01 b	0,93 ± 0,01 a
Acidez (%)	0,063 ± 0,004 b	0,069 ± 0,002 b	0,080 ± 0,005 a	0,086 ± 0,005 a
Almidón dañado (UCD)	18,83 ± 0,10 a	18,60 ± 0,08 b	18,45 ± 0,06 b	18,20 ± 0,10 c
Número de caída (seg)	394,25 ± 3,30 d	418,75 ± 1,26 c	427,25 ± 2,06 b	442,75 ± 5,68 a

Fuente: Elaboración propia (2022)

* Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$) en las muestras de harinas.

Se evidenció que existe una relación inversa entre el contenido de proteínas y el porcentaje de harina de pituca en la mezcla, esto se debió a que la harina de pituca presentó un 4,2 % de proteínas, mientras que la harina de

trigo tuvo un 12,6% y las mezclas con el 5%, 10% y 15% de harina de pituca tuvieron promedios del 12,3%; 11,8% y 11,5% de proteínas respectivamente.

El promedio del gluten húmedo de la harina de trigo fue de 36,36%, mientras que en las mezclas con harina de pituca al 5%, 10% y 15% fueron de 34,65%, 32,95% y 31,30% respectivamente. Esto se debió a que la harina de pituca no contiene la proteína del gluten. Lo mismo sucede con el gluten seco, en donde a mayor contenido de harina de pituca, menor fue el gluten seco; teniendo la harina de trigo un 12,25% y las mezclas con 5%, 10% y 15% de harina de pituca tuvieron 11,91%, 11,46% y 10,65% de gluten seco respectivamente, considerándose significativamente diferentes. En el caso del índice de gluten se determinó que la harina de trigo presentó un 90,17% mientras que las mezclas con sustitución de 5%, 10% y 15% de harina de pituca tuvieron 91,31%; 89,93% y 93,01% de índice de gluten respectivamente.

El contenido promedio de las cenizas de la harina de trigo fue de 0,43% y de la mezcla con el 5% de sustitución fue de 0,60% clasificándose como harinas especiales según la NTP 205. 064 (2015) mientras que las mezclas con el 10% y 15% de harina de pituca presentaron un 0,76% y 0,93% de cenizas respectivamente, estando dentro de la clasificación de harinas extras según la misma NTP, considerándose las medias significativamente diferentes entre sí.

El contenido promedio de la acidez fue incrementándose con el contenido de la harina de pituca. Esto se debió a que la harina de pituca presentó mayor acidez 0,116% frente a un 0,063% de la harina de trigo, sin embargo, no presenta diferencia significativa con la mezcla de harina con 5% de sustitución que tuvo un 0,069% de acidez. En tanto las mezclas de harinas con el 10% y 15% fueron estadísticamente similares con medias de 0,080% y 0,086% respectivamente.

La harina de trigo presentó un grado de daño de su almidón de 18,83 UCD el cual le hace estadísticamente diferente a las demás muestras. En tanto la muestra con un 5% de harina de pituca tuvo 18,23 UCD de almidón dañado y las muestras con 10 y 15% de sustitución tuvieron 18,45 y 18,60 UCD respectivamente siendo estadísticamente similares.

El número de caída promedio de la harina de trigo fue de 394,25 segundos, mientras que las mezclas con el 5%, 10% y 15% de sustitución de harina de pituca fueron de 418,75; 427,25 y 442,75 segundos respectivamente. Mostrando una relación inversamente proporcional al contenido de harina de trigo, es decir a menor contenido de harina de trigo, menor es el contenido de la enzima alfa amilasa y por lo tanto requieren un mayor tiempo para romper las cadenas del almidón y evitar que el embolo caiga durante el ensayo, incrementándose así el número de caída. Todas las muestras mostraron diferencia significativa.

5.2.3. De las características reológicas de las mezclas de harinas

En la tabla 33 se comparan los valores de los parámetros del simulador mixolab de las mezclas de harinas. Los resultados del simulador mixolab nos indicó que la harina de trigo presentó una absorción de 63,50%, estadísticamente similar a la absorción de la mezcla con el 5% de sustitución 63,60%; en tanto que las mezclas con el 10 y 15% de sustitución tuvieron 64,40% y 64,68% de absorción, mostrando diferencia significativa entre sí y a las dos mezclas inicialmente mencionadas. El tiempo de desarrollo fue estadísticamente similar entre las cuatro muestras analizadas, siendo de 7,63; 7,93, 8,13 y 7,30 minutos para las muestras de harina de trigo y las mezclas con el 5%,10% y 15% de

sustitución de harina de pituca respectivamente. El debilitamiento fue similar en las muestras de la harina de trigo y en las mezclas con el 5 y 10% de sustitución, dando valores de 0,014; 0,028 y 0,033 Nm respectivamente; mientras que el debilitamiento de la mezcla con el 15% de sustitución fue de 0,042 Nm siendo similar al debilitamiento de la mezcla con el 10% de sustitución, pero diferentes a las otras muestras. El Cmax de todas las muestras no presentó diferencia significativa, esto se debe a que el objetivo del protocolo del simulador mixolab es alcanzar 1,100 Nm para que el análisis sea aceptado.

Tabla 33

Resultados comparativos de los parámetros del simulador mixolab de las mezclas de harinas

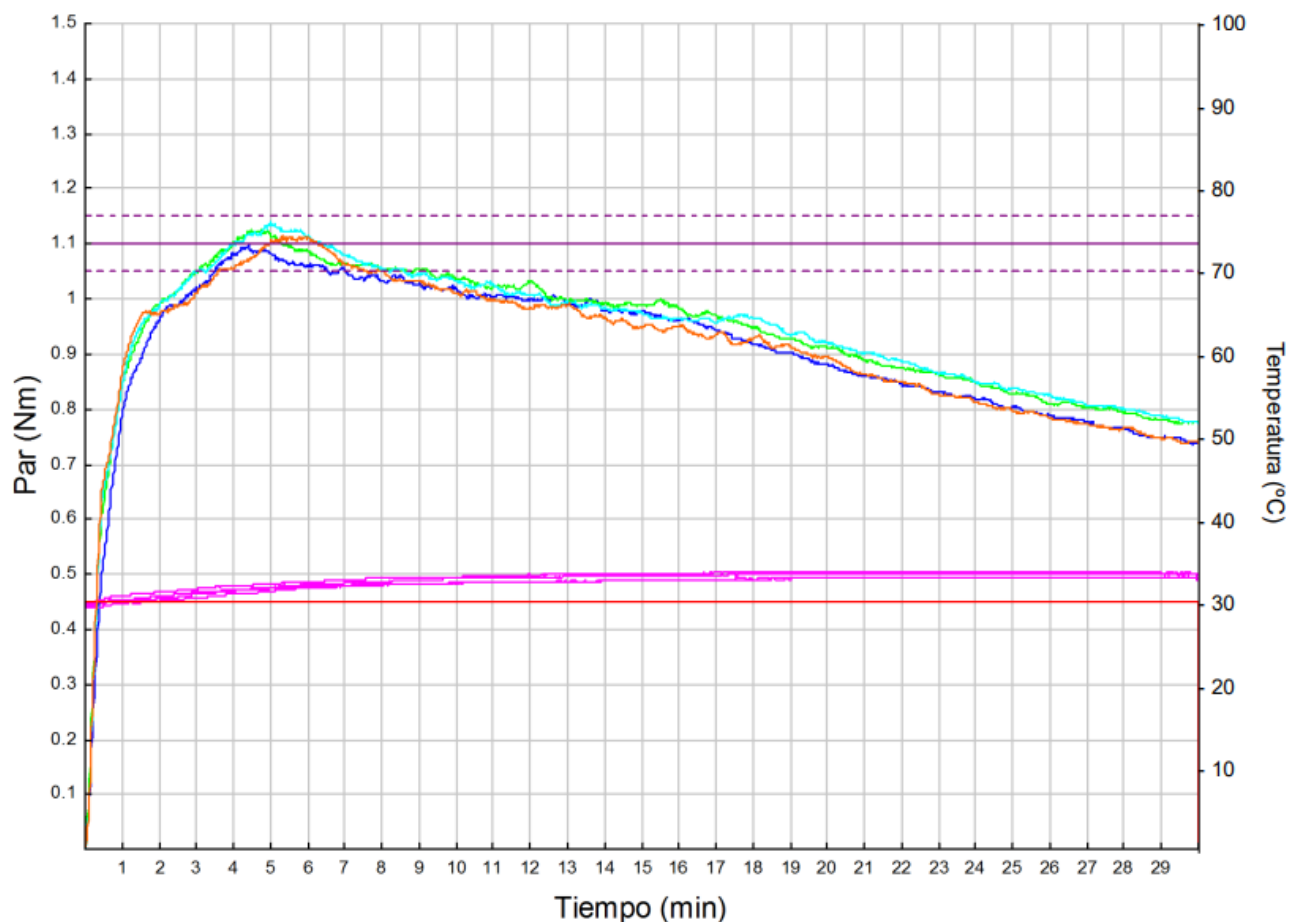
Muestras	100% harina de trigo	95% harina de trigo y 5% harina de pituca	90% harina de trigo y 10% harina de pituca	85% harina de trigo y 15% harina de pituca
Absorción (%)	63,50 ± 0,14 c	63,60 ± 0,14 c	64,40 ± 0,14 b	64,68 ± 0,05 a
Tiempo de desarrollo (min)	7,63 ± 0,31 a	7,93 ± 0,60 a	8,13 ± 0,87 a	7,30 ± 0,52 a
Estabilidad (min)	14,18 ± 0,54 b	14,33 ± 0,25 b	15,35 ± 0,911 ab	15,98 ± 0,95 a
Debilitamiento (Nm)	0,014 ± 0,010 b	0,028 ± 0,011 b	0,033 ± 0,012 ab	0,042 ± 0,008 a
Cmax (Nm)	1,099 ± 0,013 a	1,118 ± 0,007 a	1,105 ± 0,025 a	1,109 ± 0,011 a

Fuente: Elaboración propia (2022)

* Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$) en las muestras de harinas

En la figura 16 se presenta las comparaciones de las gráficas del simulador mixolab de las mezclas de harinas de trigo con harina de pituca.

Figura 16. Graficas comparativas del simulador mixolab de las mezclas de harinas de trigo con harina de pituca



Leyenda

- 100% harina de trigo
- Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca
- Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca
- Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca
- Temperatura de la masa

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 34 se comparan los valores de los parámetros de la curva del mixolab estándar de las mezclas de harina de trigo con harina de pituca

Tabla 34

Comparación de los parámetros de la curva del mixolab estándar de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	100% harina de trigo	95% harina de trigo y 5% harina de pituca	90% harina de trigo y 10% harina de pituca	85% harina de trigo y 15% harina de pituca
Hidratación (%)	61,70 ± 0,00 c	61,85 ± 0,129 c	62,50 ± 0,141 b	62,98 ± 0,126 a
C1 (Nm)	1,098 ± 0,010 a	1,116 ± 0,012 a	1,111 ± 0,013 a	1,109 ± 0,017 a
C2 (Nm)	0,452 ± 0,004 a	0,439 ± 0,005 a	0,414 ± 0,011 b	0,389 ± 0,009 c
C3 (Nm)	1,729 ± 0,004 a	1,717 ± 0,009 a	1,638 ± 0,012 b	1,601 ± 0,015 c
C4 (Nm)	1,395 ± 0,002 a	1,317 ± 0,005 b	1,267 ± 0,009 c	1,240 ± 0,005 d
C5 (Nm)	1,959 ± 0,009 a	1,799 ± 0,021 b	1,677 ± 0,017 c	1,653 ± 0,004 c

Fuente: Elaboración propia (2022)

* Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$) en las muestras de harinas

De la tabla 34 podemos notar que la hidratación del mixolab estándar de las cuatro muestras fueron significativamente diferentes, mostrando una relación directa con el nivel de sustitución de la harina de pituca, es decir, a mayor contenido de harina de pituca, mayor fue la hidratación; se obtuvieron los siguientes datos: la harina de trigo tuvo un 61,70% de hidratación, la mezcla con el 5% de sustitución tuvo un 61,85%, la mezcla con el 10% de sustitución alcanzó un 62,50% y la mezcla con el 15% de harina de pituca alcanzó un 62,98%.

Con respecto al desarrollo de la masa (C1) podemos notar que las cuatro mezclas no presentaron diferencia significativa y esto se debe a que el objetivo del análisis es formar con una masa con consistencia de 1,100 Nm, valor que se expresa en el C1; sus resultados fueron de la siguiente manera: 1,098; 1,116; 1,111; 1,109 Nm para las mezclas de harina de trigo, 5%, 10% y 15% de sustitución de harina de pituca respectivamente.

La calidad de la proteína (C2) presentó una relación inversamente proporcional a los niveles de sustitución con harina de pituca, es decir, a mayor contenido de harina de pituca menor fue el par C2, determinándose que la muestra de harina de trigo y la muestra con un 5% de harina de pituca no fueron diferentes, pero las muestras con el 10% y 15% de harina de pituca sí fueron diferentes entre sí. Sus valores fueron de 0,452; 0,439, 0,414 y 0,389 Nm en la harina de trigo y en las mezclas con el 5, 10 y 15% respectivamente.

La gelatinización del almidón (C3) de la harina de trigo con la mezcla con el 5% de sustitución no presentaron diferencia, mientras que las mezclas de harinas con el 10 y 15% de harina de pituca sí mostraron diferencia significativa entre sí, además el par C3 es inversamente al nivel de sustitución, es decir, a mayor contenido de harina de pituca en la mezcla de harina, menor es el par C3.

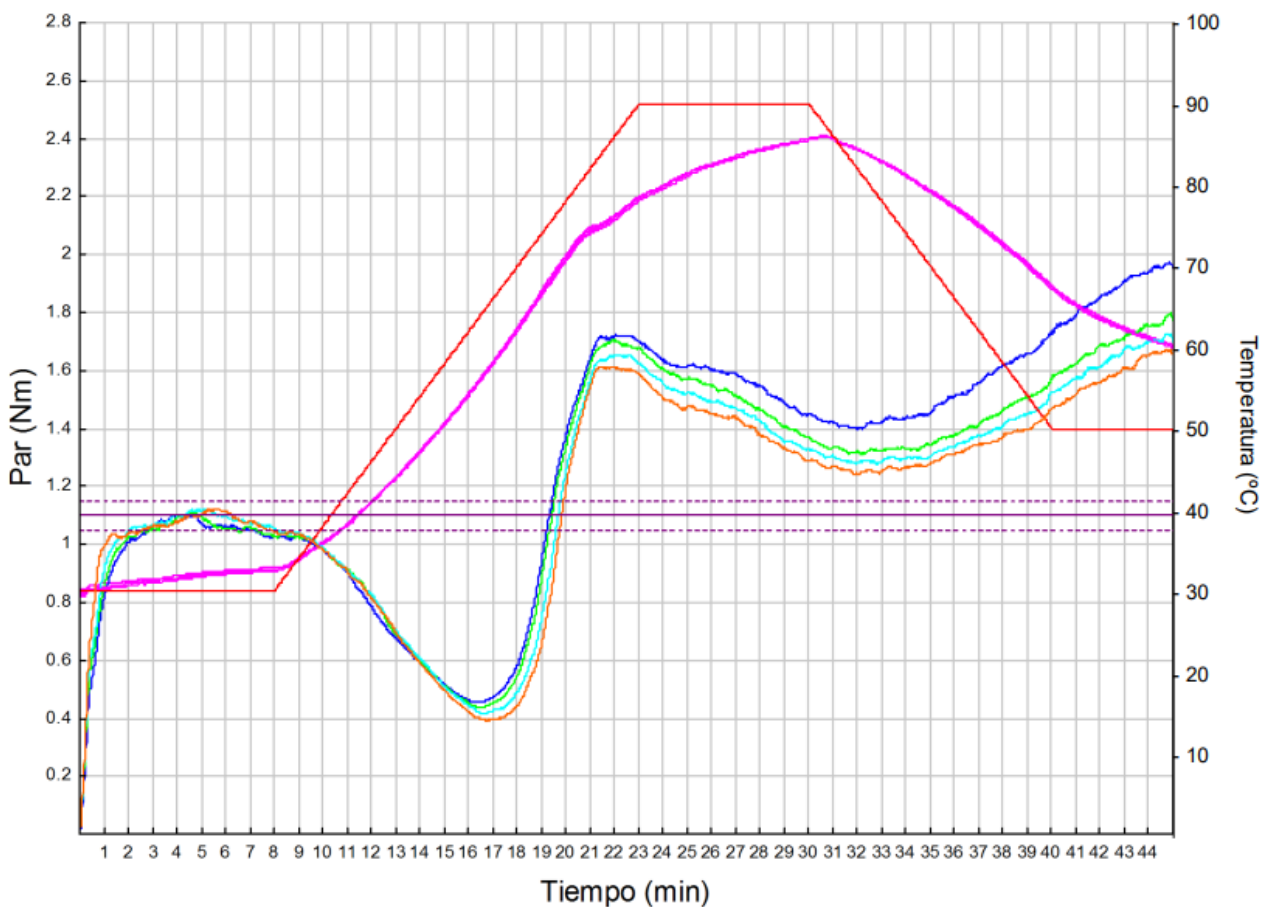
La actividad amilásica (C4) muestra que, a mayor contenido de harina de pituca, el par C4 fue menor, por tanto, existe una relación inversa entre el par C4 y el contenido de harina de pituca en la mezcla. El par C4 de la harina de trigo fue de 1,395 Nm y de las mezclas con el 5, 10 y 15% de harina de pituca fueron de 1,317; 1,2679 y 1,240 Nm respectivamente, siendo todos diferentes.

La retrogradación del almidón (C5) resultó ser diferente significativamente entre la harina de trigo y las mezclas con el 5 y 10% de harina de pituca, cuyos

resultados fueron de 1,959; 1,799 y 1,677 Nm respectivamente, mientras que el par de la mezcla con el 15% de sustitución fue de 1,653 Nm y resultó ser similar con la mezcla con el 10% de harina de pituca. Se evidencia una relación inversa entre el par C5 y el contenido de la harina de pituca en la mezcla.

En la figura 17 se presenta las comparaciones de las gráficas del mixolab estándar de las mezclas de harinas de trigo con harina de pituca.

Figura 17. Graficas comparativas del mixolab estándar de las mezclas de harinas de trigo con harina de pituca



Leyenda

- 100% harina de trigo
- Mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca
- Mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca
- Mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca
- Temperatura de la masa

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 35 se comparan los valores de los parámetros de la curva del alveograma de las mezclas de harina de trigo con harina de pituca.

Tabla 35

Comparación de los parámetros de la curva del alveograma de las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	100% harina de trigo	95% harina de trigo y 5% harina de pituca	90% harina de trigo y 10% harina de pituca	85% harina de trigo y 15% harina de pituca
Tenacidad (mmH ₂ O)	80,25 ± 0,50 d	97,50 ± 3,416 c	116 ± 0,816 b	136,25 ± 0,957 a
Extensibilidad (mm)	138,5 ± 1,732 a	110,25 ± 2,50 b	87,75 ± 2,062 c	70,25 ± 1,708 d
Fuerza panadera (10 ⁻⁴ J)	306,75 ± 7,50 b	317,0 ± 11,832 ab	322,75 ± 4,992 ab	327,50 ± 8,347 a
Relación P/L	0,58 ± 0,008 d	0,885 ± 0,050 c	1,323 ± 0,034 b	1,940 ± 0,037 a

Fuente: Elaboración propia (2022)

* Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$) en las muestras de harinas

La tenacidad evidencia una relación directamente proporcional con el porcentaje de sustitución de harina de pituca, siendo las cuatro muestras estadísticamente diferentes; los resultados fueron subiendo de 80,25 a 97,50 a 116 y a 136,25 mmH₂O en las muestras de harina de trigo y mezclas con sustituciones del 5%, 10% y 15% de harina de pituca respectivamente.

La extensibilidad de la masa presentó un resultado opuesto a la tenacidad, es decir a mayor tenacidad la extensibilidad fue disminuyendo. Siendo la extensibilidad de 138,5 mm en la harina de trigo y de 110,25; 87,75 y 70,25 mm en las mezclas con sustitución de 5%,10% y 15% de harina de pituca, estos resultados presentan diferencia significativa y existe una relación inversa entre la extensibilidad y el contenido de la harina de pituca en la mezcla.

La fuerza panadera de la harina de trigo y de las mezclas con el 5 y 10% de harina de pituca fueron similares, presentando valores de 306,75; 317 y 322,75 x 10⁻⁴ J respectivamente, sin embargo, la mezcla con el 15% de sustitución mostró diferencia significativa con respecto a la harina de trigo.

La relación de equilibrio entre la tenacidad y la extensibilidad fueron estadísticamente diferentes entre los cuatro tipos de muestras; en donde la harina de trigo presentó un valor de 0,58 y las mezclas con el 5%, 10% y 15% de harina de pituca tuvieron valores de 0,885; 1,323 y 1,940 respectivamente, además podemos decir que se presentó una relación directa entre el contenido de harina de pituca en la mezcla de harina y la relación tenacidad sobre la elasticidad.

5.2.4. De las características del pan

En la tabla 36 se comparan los parámetros físicos del pan de molde elaborados con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca.

Con respecto a la altura se obtuvo que el pan elaborado con 100% harina de trigo tuvo una altura de 120,97 mm, mientras que los panes elaborados con las mezclas con 5%, 10% y 15% de harina de pituca presentaron 114,56; 109,03 y 105,76 mm de altura, siendo solo estas dos últimas similares estadísticamente.

También se notó que existe una relación inversa entre la altura y el contenido de harina de pituca en la mezcla.

Tabla 36

Comparación de los parámetros físicos del pan elaborado con las mezclas de harina de trigo y harina de pituca

Muestras	100% harina de trigo	95% harina de trigo y 5% harina de pituca	90% harina de trigo y 10% harina de pituca	85% harina de trigo y 15% harina de pituca
Altura (mm)	120,97 ± 2,04 a	114,56 ± 0,73 b	109,03 ± 0,78 c	105,76 ± 0,91 c
Volumen (ml)	1665 ± 21,21 a	1585 ± 7,07 b	1560 ± 14,14 b	1405 ± 7,07 c
Peso (g)	406 ± 0,71 a	404,5 ± 0 a	403,75 ± 0,35 a	405,5 ± 1,41 a

Fuente: Elaboración propia (2022)

* Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$) en las muestras de harinas

Respecto del volumen, el pan elaborado con harina de trigo presentó un valor de 1665 ml, diferenciándose estadísticamente de las demás muestras. Los volúmenes de las mezclas con el 5% y 10% de harina de pituca fueron de 1585 y 1560 ml respectivamente y similares entre sí, pero diferentes con respecto al volumen del pan elaborado con el 15% de harina de pituca, que tuvo un valor de 1405 ml. Se denota además que, a mayor contenido de harina de pituca en la mezcla, menor fue el volumen del pan.

El resultado del peso del pan denotó que la harina de pituca en las mezclas no ejerce diferencia significativa en el peso final del pan de molde elaborado.

Figura 18. Comparativa del pan de molde, elaborado la mezcla de harina de trigo y harina de pituca



Fuente: Elaboración propia (2022)

En donde:

- 1: Elaborado con 100% harina de trigo
- 2: Elaborado con la mezcla de 95% de harina de trigo y el 5% de harina de pituca
- 3: Elaborado con la mezcla de 90% de harina de trigo y el 10% de harina de pituca
- 4: Elaborado con la mezcla de 85% de harina de trigo y el 15% de harina de pituca

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

En la presente investigación se sustituyó a la harina de trigo por harina de pituca al 5%, 10% y 15% obteniendo mezclas de harinas, las cuales fueron comparadas con una muestra patrón de harina 100% de trigo, analizándose sus características fisicoquímicas, reológicas y su comportamiento en panificación.

En la hipótesis general de la investigación se planteó que las mezclas de harinas de trigo y harina de pituca sí influyen en el comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación. Se pudo demostrar que efectivamente se notaron cambios en la reología, en los análisis fisicoquímicos y en la elaboración del pan.

La hipótesis específica 1 establece que las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento reológico. Del análisis del simulador mixolab se observó que, a mayor contenido de harina de pituca en la mezcla, la absorción y la estabilidad fueron incrementándose, mientras que el tiempo de desarrollo fue similar en todos los casos y el debilitamiento se fue reduciendo. Mientras que el análisis del mixolab estándar determinó que la absorción fue incrementándose en las mezclas con más contenido de harina de pituca, en tanto que los parámetros del C2, C3, C4 y C5 presentaron mayores valores en la muestra patrón y fue descendiendo a medida que la mezcla presentó más contenido de harina de pituca. La curva del alveograma nos determinó que, a mayor contenido de harina de pituca, la tenacidad, la fuerza panadera y la relación P/L se fueron incrementando, pero la extensibilidad se fue acortando. Por lo cual aceptamos la hipótesis planteada, ya

que los análisis descritos nos determinaron que la harina de pituca evidencia una marcada diferencia en la gran mayoría de los parámetros reológicos.

La hipótesis específica 2 nos indica que las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento de los análisis fisicoquímicos. En los análisis de humedad, proteínas, gluten húmedo, gluten seco, almidón dañado y en el número de caída, se determinó que la muestra patrón presentó los valores más altos y estos valores fueron disminuyendo en las mezclas con más contenido de harina de pituca, es decir los parámetros mencionados presentaron una relación indirecta con el contenido de harina de pituca en la mezcla. En cambio, en los análisis del índice de gluten se determinó que la muestra con el 15% de harina de pituca presentó el valor más alto y fue significativamente distinto al patrón; las cenizas y la acidez obtuvieron valores más altos cuando la sustitución fue mayor, esto debido a que la harina de pituca presentó valores más elevados en ceniza y acidez, a comparación la harina de trigo. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis, ya que se determinó una diferencia significativa en los valores de los análisis fisicoquímicos de las muestras analizadas.

La hipótesis específica 3 nos señala que las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en la prueba de panificación. Del pan de molde elaborado con las mezclas de harinas, logramos notar que el volumen y la altura del pan se fueron reduciendo significativamente a medida que las muestras presentaban más harina de pituca. Esto nos conlleva a aceptar la hipótesis debido a que se demostró el efecto de la harina de pituca en la prueba de panificación.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La determinación de humedad nos dio como valores en la harina de pituca de 12.0%, en la harina de trigo de 13,91% y en las mezclas con 5, 10 y 15% de harina de pituca las humedades fueron de 13,82%; 13,72% y 13,62% respectivamente; mientras que Vásconez, L. (2015) obtuvo valores de humedad en la harina de pituca de 5,78%, en la harina de trigo de 13,33% y en las mezclas con 5, 10 y 20% de harina de pituca las humedades fueron de 12,8%; 12,7% y 12,5% respectivamente.

El análisis de proteínas de la harina de pituca presentó un valor de 4,2%, mientras que Vásconez, L. (2015) reportó un valor de 7.89%, en cambio García, C. (2018) obtuvo un 8,15% y Sahuá, G. (1995) determinó un 4,14%. Por su parte la harina de trigo presentó un 12,6% de proteína, mientras que el reporte de la Comisión Canadiense de Granos [CGC] por sus siglas en inglés, publicó los datos de calidad de la cosecha de trigo CWRS del año 2021, determinando un 14,4% de proteínas para la harina de trigo de la variedad mencionada.

El contenido del gluten húmedo de la harina de trigo presentó un 36,36%, mientras que el reporte de la CGC (2021) presentó un 38,2%; por su parte Becerra, E. y Tuñoque, Y. (2018) determinaron que la harina de la misma variedad de trigo presentó un 38,06%. En relación con el gluten seco se obtuvo un 12,25%. Con lo que respecta al índice de gluten, la harina de trigo presentó un 90,17%, mientras que la CGC (2021) expuso un 91,9% de índice de gluten, por su parte Becerra, E. y Tuñoque, Y. (2018) obtuvieron un 98,11%.

Con respecto al contenido de cenizas, se logró determinar que la harina pituca presentó un 4,7%, mientras que García, C. (2018) obtuvo un 3,30% de cenizas; Vásconez, L. (2015) determinó un 4,91% y Mendoza A. (2014)

determinó un 4,19% de cenizas en la harina de pituca. Mientras que la harina de trigo presentó un 0,43% de cenizas, en cambio la CGC (2021) presentó un 0,42% de cenizas de la harina de trigo CWRS extraída también en un molino Bühler, siendo valores muy cercanos.

El análisis del contenido de acidez, expresado en ácido sulfúrico, resultó que la harina de pituca tuvo un 0,116%, mientras que Vásconez, L. (2015) determinó un 0,005%, en cambio Sahuá, G. (1995) determinó un 0,30% y 0,015% en pituca de variedad rosada y japonesa respectivamente. Por su parte la NTP 205.040 (2016) indica un máximo de 0,15% de ácido sulfúrico en harina de tubérculos y raíces. La harina de trigo presentó un 0,063%, mientras que Sahuá, G. (1995) reportó un 0,029% en harina fideera.

El grado de daño que sufrió el almidón durante la molienda nos determinó que la harina de trigo presentó 18,83 UCD, mientras que las mezclas de harinas tuvieron valores entre 18,23 y 18,60 UCD siendo valores que se encuentra dentro del rango recomendable por Chopin Technologies (2015), que indica que entre 18 y 23 UCD es un contenido óptimo de almidón dañado para la elaboración de pan de molde.

El análisis del número de caída nos determinó que la harina de trigo presentó en promedio 394,25 segundos, mientras que Becerra, E. y Tuñoque, Y. (2018) determinaron 482,76 segundos de número de caída en la harina de la misma variedad, y por su parte Sahuá, G. (1995) determinó 318 segundos en harina fideera.

El análisis reológico del simulador mixolab determinó que la harina de trigo presentó una absorción de 63,50%, tiempo de desarrollo de 7,63 minutos; estabilidad de 14,18 minutos, debilitamiento de 0,014 Nm y Cmax de 1,099 Nm;

por su parte la CGC (2021) publicó que la harina de trigo CWRS de la cosecha del 2021 presentó los siguientes valores farinográficos: absorción 65,5%; tiempo de desarrollo 8,75 minutos, estabilidad 12,5 minutos, los cuales son mayores en la absorción y tiempo de desarrollo, pero menor en la estabilidad. Por su parte Álvarez, M. (2012) calculó los valores farinográficos del trigo CWRS obteniendo como resultado 63,1% de absorción, 5 minutos de tiempo de desarrollo y 16,25 minutos de estabilidad; estos resultados se asemejan en la absorción, pero difieren en el tiempo de desarrollo y la estabilidad de la masa. En tanto que en las mezclas de harinas con un 5, 10 y 15% de sustitución de harina de pituca se obtuvo que la absorción, el tiempo de desarrollo y la estabilidad fueron de 63,60%, 64,40%, 64,68%; 7,93 min, 8,13 min, 7,30 min; 14,33 min, 15,35 min y 15,98 min respectivamente; mientras que Trujillo, H. (2015) sustituyó a la harina de trigo por harina de pituca al 20, 25 y 30% y obtuvo como resultado en su análisis del simulador mixolab los siguientes resultados 61,3%, 60,5%, 78,9% de absorción; 5 min, 4,5 min, 7 min en el tiempo de desarrollo y 15,5 min, 16 min, 15 min de estabilidad de la masa, de los cuales se puede notar que la absorción de la mezcla con 30% de sustitución presenta un valor bien elevado, pero presenta similitud en la estabilidad de la masa a pesar de que la sustitución que realizó fue de mayor contenido de harina de pituca.

El mixolab estándar determinó que la muestra patrón de harina de trigo CWRS presentó los siguientes valores en los parámetros de hidratación, C1, C2, C3, C4, y C5 los cuales fueron de 61,70%, 1,098 Nm, 0,452 Nm, 1,729 Nm, 1,395 Nm, 1,959 Nm respectivamente; mientras que Vásconez, L. (2015) determinó en una harina comercial los parámetros del mixolab obteniendo 65,5%, 1,09 Nm, 0,39 Nm, 1,35 Nm, 1,27 Nm, 2,05 Nm en los parámetros de hidratación, C1, C2,

C3, C4, y C5 respectivamente. En los análisis de las mezclas de harinas se logró obtener que las mezclas con 5, 10 y 15% de harina de pituca presentaron valores de 61,85%, 62,50%, 62,98% en la absorción, 1,116 Nm, 1,111 Nm, 1,109 Nm en el C1; 0,439 Nm, 0,414 Nm, 0,389 Nm en el C2; 1,717 Nm, 1,638 Nm, 1,601 Nm en el C3; 1,317 Nm, 1,267 Nm, 1,240 Nm en el C4 y 1,799 Nm, 1,677 Nm, 1,653 Nm en el C5 respectivamente. En cambio, Vásconez, L. (2015) determinó que las mezclas de harinas con 5, 10 y 20% de sustitución de harina de pituca presentaron valores de 65,0%, 65,0%, 63,4% en la absorción, 1,08 Nm, 1,06 Nm, 1,05 Nm en el C1; 0,39 Nm, 0,36 Nm, 0,33 Nm en el C2; 1,36 Nm, 1,34 Nm, 1,33 Nm en el C3; 1,22 Nm, 1,15 Nm, 1,16 Nm en el C4 y 1,93 Nm, 1,79 Nm, 1,9 Nm en el C5 respectivamente; de estos datos podemos decir que nuestra muestra presenta menor absorción, pero mayor calidad de proteína, en cuanto a la gelatinización del almidón y la actividad amilásica nuestra muestra presentó valores más altos, pero fue menor en la retrogradación del almidón.

Los resultados del alveograma determinó que la harina de trigo presentó los siguientes valores: tenacidad 80,25 mmH₂O, extensibilidad 138,3 mm, fuerza panadera 306,75 10⁻⁴ J, relación P/L 0,58; a su vez la CGC (2021) determinó que la molienda experimental del trigo CRWS tuvo los siguientes valores: 117 mmH₂O en tenacidad, 132 mm en extensibilidad, 506 x10⁻⁴J en fuerza panadera y 0,89 en la relación P/L, de donde podemos notar que existe mucha diferencia en la tenacidad, pero son similares en la extensibilidad; la fuerza panadera y la relación P/L se distinguen demasiado de los resultados expuestos por la CGC. Por su parte Becerra, E. y Tuñoque, Y. (2018) determinaron que la harina de trigo CWRS presentó los siguientes valores alveográficos: en tenacidad 77 mmH₂O, en extensibilidad 98 mm, en fuerza panadera 286 x10⁻⁴J y en relación P/L 0,79;

siendo valores menores al que se logró determinar, con excepción en la relación P/L que resultó mayor.

El análisis del peso específico, el cual resulta de dividir el volumen con el peso del pan, dio como resultado 4.10 ml/g, 3.92 ml/g, 3.86 ml/g y 3.46 ml/g, en los panes elaborados con la harina de trigo y con las mezclas de harina con 5, 10 y 15% de sustitución de harina de pituca respectivamente, mientras que Vásconez, L. (2015) obtuvo resultados de peso específico de 5.11 ml/g, 5.21 ml/g, 4.42 ml/g, 4.42 ml/g en pan de molde elaborado con harina de trigo 100% y en mezclas con el 5, 10 y 20% de sustitución de harina de pituca respectivamente. Se observa que los panes obtenidos por Vásconez, L. presentaron un mayor volumen.

VII. CONCLUSIONES

- ✓ En esta tesis se obtuvo harina de trigo de variedad CWRS y harina de pituca y se prepararon mezclas de ambas harinas, sustituyendo la harina de trigo por harina de pituca al 5, 10 y 15% y se determinó su comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación, comparándolo con la muestra patrón de harina de trigo CWRS.
- ✓ Se analizaron las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer el comportamiento reológico. Determinando mediante el simulador del mixolab que la mezcla con el 5% y 10% de harina de pituca es la que más se asemeja a la muestra patrón, con la excepción de que presenta mayor absorción, sin embargo, esto resulta de beneficio en panificación, ya que incrementa el rendimiento de producción. Mientras que el análisis del mixolab nos determinó que la muestra con 5% de harina de pituca es la que más se asemeja a la muestra patrón ya que presentó similitud en la hidratación y en los análisis proteínicos, pero se diferenció en los análisis del almidón. Por su parte la curva del alveograma nos determinó que a mayor contenido de harina de pituca la tenacidad se va incrementando, pero se reduce la extensibilidad.
- ✓ Se evaluó las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento en los análisis fisicoquímicos. Se logró corroborar que la sustitución de la harina de pituca sí llega a afectar en los resultados, sin embargo, los resultados más cercanos a la muestra patrón fue la mezcla que contenía 5% de harina de pituca.

- ✓ Se logró analizar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca mediante prueba de panificación para conocer sus características físicas. Determinando que la muestra patrón fue la que presentó mayor altura y volumen.

VIII. RECOMENDACIONES

Estudiar los componentes químicos que presenta la harina de pituca, el cual genera el aumento de la fuerza panadera en las mezclas de harina.

Realizar estudios sobre los beneficios nutricionales que aporta la harina de pituca, la biodisponibilidad de sus nutrientes y el efecto nutricional en la sustitución de la harina de trigo.

Desarrollar análisis sensorial y pruebas de vida útil en los productos de panificación con sustitución de harina de pituca.

Desarrollar otros productos en panificación, galletería o pastas en base a la harina de pituca.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate P. E., Cardós M. J., Campaña L. E. (2017). El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo. En G. A. Divito, F. O. García (Ed.), *Manual del cultivo de trigo*, 7-19. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. ISBN 978-987-46277-3-5
<https://www.researchgate.net/publication/320465244> El trigo su difusión importancia como alimento y consumo
- Agrodata Perú (2021). *Trigo LD Perú importación 2021 julio*.
<https://www.agrodataperu.com/2021/08/trigo-ld-peru-importacion-2021-julio.html>
- Álvarez Burbano, Z. y Tusa Manz, E. (2009). *Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (Chenopodium quinoa W.)* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/555/1/03%20AGI%20251%20TESIS.pdf>
- Álvarez, M. (2012). *Utilización de mejoradores en la harina de trigo nacional (Triticum aestivum) para la elaboración de pan* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://redi.uta.edu.ec/handle/123456789/3091>
- Anticona Gallindo A. (2017). *Comparación físico química y reología de harinas: Trigo (Triticum aestivum), centeno (Secale cereale) y triticale (x Triticosecale) en elaboración de pan* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2967>
- Aponte Sierra, I. y Collachagua Espinoza, D. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum vulgare) por harina de yuca (Manihot esculenta) en la elaboración de galleta crocante fortificado con fibra* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/469/5/T026_42885981_T.pdf
- Barrera, G.N. (2014). *Efecto del Almidón dañado sobre las propiedades de la masa panarias y la calidad de los panificados* [Tesis de doctorado,

Universidad Nacional de Córdoba].

<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1963>

Bock, Jayne y Dubat, Arnaud (2018). *El Profiler Mixolab Buenas Prácticas en las industrias de molienda y panificación y errores a evitar*. Chopin Technologies <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21251.14884>

Canadian Grain Commission (2021). *Canada Western Red Spring (CWRS) wheat, N° 1. Western prairies in 2021 compared to 2020*. [Archivo PDF]. <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain-research/export-quality/cereals/wheat/western/2021/pdf/cwrs-no-1-western-en.pdf>

Cardós M. J., Campaña L. E., Abbate P. E. (2017). Calidad, molienda y panificación de trigos. En G. A. Divito, F. O. García (Ed.), *Manual del cultivo de trigo*, 172-193. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. ISBN 978-987-46277-3-5

https://www.researchgate.net/publication/320465314_Calidad_molienda_y_panificacion_del_trigo_pan

Chopin Technologies (2015). MIXOLAB 2 Manual de usuario [Archivo PDF]. <http://concereal.net/wp-content/uploads/2017/03/Mixolab-Espanol.pdf>

Chopin Technologies (2015). *SDmatic* [Archivo PDF]. https://chopin.fr/files/base_documentaire/leaflet/SDMATIC_leaflet_ES_20150805.pdf

Chopin Technologies- II (2012). *Comprender mejor la curva Mixolab*. [Archivo PDF]. <https://vdocuments.site/mixolab-comprender-mejor-la-curva.html>

Chopin Technologies- I (2012). *Mixolab applications handbook*. [Archivo PDF]. <http://concereal.net/wp-content/uploads/2017/03/2012-CHOPIN-Mixolab-Applications-Handbook-EN-SPAIN-3.pdf>

Clair, Laurent (2016). *Innovación para el control de calidad. Alveolab-alveoPC - Mixolab2*. Chopin Technologies. [Archivo PDF]. <https://www.iaom.org/wp-content/uploads/01chopinla16.pdf>

Cogorno S.A (2001). Separata del Curso de capacitación técnica en panadería.

Comisión del Codex Alimentarius (2007). Norma del CODEX para la harina de trigo. CODEX STAN 152-1985. *Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales*, 31 - 35. ISBN 978-92-5-305842-6

<http://www.fao.org/3/a1392s/a1392s.pdf>

- García Bellido, L. (2006) *Ampliación de la sección de molienda y cernida de una fabricación de harina de Trigo*. [Tesis de grado, Universidad de Cádiz]. <https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/6451>
- García Cisneros, M. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de pituca (Colocasia esculenta) en la calidad del pan francés*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3403>
- García Román, M. (s.f.). *Tecnología de Cereales, 2º Curso de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Universidad de Granada. [Archivo PDF]. <https://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>
- Gómez Pallarés, M., León, A. E., Rosell, C. M. (2007). Trigo. En A. E. León, C. M. Rosell (Ed.), *De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*, 17-72. Hugo Báez Editor. ISBN 9789871311071 <https://digital.csic.es/bitstream/10261/17118/1/libro%20panificacion-2007.pdf>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education. ISBN: 978-1-4562-6096-5
- Hevia Hott, F. (2003). *Componentes químicos y algunas propiedades físicas del grano de trigo y su relación con la funcionalidad de las harinas* [en línea]. Temuco: Serie Actas - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 21. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/8374>
- Huaita Muñoz, A, (2019). *Colapso en la importación de granos de trigo por destrucción del puerto del Callao ocasionado por un terremoto* [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]. http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/9669/1/2019_Huaita-Mu%c3%b1oz.pdf
- Hugo, W y Godiño, M. (2000). *Tecnología de almacenamiento de granos de trigo instituto nacional de investigación agropecuaria*. INIA. ISBN: 9974-38-104-5 <http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630011107104808.pdf>

- Instituto canadiense internacional de granos, (2013). *Trigo del oeste de Canadá las ventajas de la Calidad*. [Archivo PDF]. https://cigi.ca/wp-content/uploads/2013/11/WheatClass_Spanish_13090901.pdf
- Instituto Nacional de Calidad (2015). Norma Técnica Peruana (NTP) 205.064 2015 Harina de Trigo para Consumo Humano. Requisitos.
- Instituto Nacional de Calidad (2016). Norma Técnica Peruana (NTP) 205.040 - 2016 Harina sucedáneas de la harina de trigo. Generalidades.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020). *Compendio Estadístico Perú* 2020. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1758/cap13/ind13.htm
- Legua Castilla, C. A. y Ramírez Beltrán, G. C. (2018). *Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición*. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN. <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1079/Rep%20Informe%20harian%20de%20trigo%202017.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Mendoza Maisanche, A. D. (2014). *Elaboración de harina de papa china (Colocasia esculenta) y harina de pituca (Musa x paradisiaca) como suplemente nutricional para la alimentación animal*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/258/1/T-UTEQ-0015.pdf>
- Mesas, J. M., Alegre, M. T. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5), 307-313. <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>
- Ministerio de Agricultura (2013). *Trigo. Principales Aspectos de la Cadena Agro productiva*. Dirección General de Competitividad Agraria [Archivo PDF]. <https://es.slideshare.net/ElferNeiraHuaman1/trigo-minag-2013>
- Ministerio de Salud (2006). Ley que dispone la fortificación de harina con micronutrientes. Ley N° 28314. Decreto supremo N° 012-2006-SA. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/279982/251364_DS012-2006SA.pdf20190110-18386-obibqa.pdf
- Mir, Leticia R. (2016). *Influencia de la Textura del Grano de Trigo (Triticum aestivum L.) sobre la calidad industrial de galletitas dulces y crackers*.

[Tesis de maestría Universidad Nacional de Córdoba].
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4633/Mir%2c%20L.%20Influencia%20de%20la%20textura%20del%20grano%20de%20trigo%20%28Triticum%20aestivum%20L.%29..%20%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morales Orccottoma, A. F. (2012). Fitogeografía e industrialización del almidón de pituca (*Colocasia esculenta*). *Espacio y Desarrollo* (24), 97-117 (ISSN 1016-9148).

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/7587/7832>

Moreno, I., Ramírez, A.; Plana, R., Iglesias, L. (2001) El cultivo del trigo. Algunos resultados de su producción en cuba. *Cultivos Tropicales*, 22(4), 55-67
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>

Obando Moreno, L. F., Vega Vega, E. (2019). *Proceso de secado de pituca (Colocasia esculenta) en un secador rotatorio discontinuo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao].
<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4296/OBANDO%20MORENO%20y%20vega%20vega%20quimica%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pajar Muñoz, M. (2008). *Elaboración de hojuelas fritas de pituca (Colocasia esculenta (L.) Schott)* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2633/Pajar%20Mu%c3%b1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pereira Alcedo, T. (2017). *Vida de anaquel de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) extruida, elaborada por el Molino San Miguel E.I.R.L, mediante pruebas de vida útil aceleradas* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1346/BC-TES-TMP-179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Real Académica Española (2020). Diccionario de la lengua española, 23.^a ed.
<https://dle.rae.es>

Reátegui Sibina, D. L y Maury Laura, M.I. (2001). Elaboración de galletas utilizando sucedáneas obtenidas con productos de la región. *Revista*

Alimentaria de Investigación Alimentaria, 1(1), 43-48
<https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol1/7.pdf>

Reyes García, M., Gómez Sánchez Prieto, I., Espinoza Barrientos, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2017. ISBN: 978-612-310-117-6
<https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Sahua Estelo, G. G. (1995). *Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de pituca (Colocasia esculenta)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/330/FIA-72.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santos Arenas, N. (2007). *Harina de Pituca (Colocasia esculenta Schott) como extendedor en la formulación de la cola para tableros contrachapados* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/442/K50.S237-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torpoco Vivas, N. A. (2014). *Evaluación de la Calidad panadera de 4 líneas promisorias de trigo de la estación experimental Santa Ana INIA – Huancayo* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1258/TORPOCO%20VIVAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Trujillo Torres, H.J. (2015). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum L) por harina de papa china (Colocasia esculenta) para la elaboración de galleta dulce* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala].
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2880/1/CD000017-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

Vásconez Chimbo, L. N. (2015). *Estudio del efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de papa china para la elaboración de pan* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial].
http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14296/62647_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE PROYECTO DE TESIS: “COMPORTAMIENTO REOLOGICO, FISICOQUIMICO Y DE PANIFICACIÓN DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO (*Triticum spp*) Y HARINA DE PITUCA (*Colocasia esculenta*)”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera las mezclas de harina de trigo y harina de pituca influyen en el comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento reológico, fisicoquímico y de panificación.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Mezclas de harinas de trigo y harina de pituca</p>	<p>Porcentajes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla 100% de harina de trigo y 0% harina de pituca • Mezcla 95% de harina de trigo y 5% harina de pituca • Mezcla 90% de harina de trigo y 10% harina de pituca • Mezcla 85% de harina de trigo y 15% harina de pituca 	<p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicada, Experimental</p>	<p>Población</p> <p>finita</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>✓ ¿De qué manera influye las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en el comportamiento reológico?</p> <p>✓ ¿De qué manera influye las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en el comportamiento de los análisis fisicoquímicos?</p> <p>✓ ¿De qué manera influye las mezclas de harina de trigo y harina de pituca en la prueba de panificación del pan de molde?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>✓ Analizar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer el comportamiento reológico.</p> <p>✓ Evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca para conocer su comportamiento en los análisis fisicoquímicos.</p> <p>✓ Evaluar las mezclas de harina de trigo y harina de pituca mediante la prueba de panificación para conocer sus características físicas del pan de molde.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento reológico.</p> <p>✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en el comportamiento de los análisis fisicoquímicos.</p> <p>✓ Las mezclas de harina de trigo y harina de pituca si influyen significativamente en la prueba de panificación del pan de molde.</p>	<p>VARIABLES dependientes:</p> <p>Análisis reológicos</p> <p>Análisis fisicoquímicos</p> <p>Prueba de panificación</p>	<p>Fuerza (Nm)</p> <p>Tiempo (min)</p> <p>Fuerza (Nm)</p> <p>Tiempo (min)</p> <p>Temperatura (°C)</p> <p>Longitud (mmH₂O)</p> <p>Longitud(mm)</p> <p>Trabajo (J)</p> <p>Porcentajes</p> <p>Porcentajes</p> <p>Porcentajes</p> <p>Porcentajes</p> <p>Porcentajes</p> <p>Unidad Chopin</p> <p>Dubois (UCD)</p> <p>Segundos</p> <p>Longitud (mm)</p> <p>Volumen (ml)</p> <p>Peso (g)</p>	<p>Grafica del Simulador mixolab (Hidratación, tiempo de desarrollo, estabilidad, debilitamiento, Cmax.)</p> <p>Grafica de Mixolab estándar (Absorción, amasado, gluten, viscosidad, amilasas, retrogradación)</p> <p>Grafica del Alveograma (Tenacidad, extensibilidad, fuerza panadera, P/L)</p> <p>Humedad</p> <p>Proteínas</p> <p>Gluten húmedo, Gluten seco, índice de gluten</p> <p>Cenizas</p> <p>Ácido sulfúrico</p> <p>Almidón Dañado</p> <p>Número de caída</p> <p>Altura del pan</p> <p>Volumen del pan</p> <p>Peso del pan</p>	<p>Método</p> <p>cuantitativo</p> <p>Diseño</p> <p>experimental</p> <p>Técnica</p> <p>Ensayos y recopilación de datos</p>	<p>Muestra</p> <p>probabilística</p>

Fuente y elaboración: Autor de la tesis (2021)

ANEXOS

Anexo 1. Informe de ensayo: Análisis fisicoquímico de la harina de pituca



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 005933 - 2021

SOLICITANTE	: KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO
DIRECCIÓN LEGAL	JR. MANUEL BONNEMAISON 262- BELLAVISTA CALLAO
	: RUC: 48149499 Teléfono: 981559286
PRODUCTO	: HARINA DE PITUCA (COLOCASIA ESCULENTA)
NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA.	: S.I.
CANTIDAD RECIBIDA	: 511,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO	: S/S N°EN-003651 -2021
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 22/11/2021
ENSAYOS SOLICITADOS	: FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	93,7
2.- % Kcal. proveniente de Grasa	1,3
3.- % Kcal. proveniente de Proteínas	5,0
4.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	335,7
5.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	78,6
6.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	0,5
7.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	12,0
8.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	4,2
9.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	4,7
10.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	1,7

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 6.- NTP 205.041:1976 (Revisado al 2016)
- 7.- NTP 205.037:1975 (Revisado al 2016)
- 8.- NTP 205.042:1976 (Revisado al 2017)
- 9.- NTP 205.038:1975 (Revisado al 2016)
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

Anexo 2. Informe de ensayo: Determinación de proteínas de la harina de trigo



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 005886 - 2021

SOLICITANTE : KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. MANUEL BONNEMAISON 262- BELLAVISTA CALLAO
: RUC: 48149499 Teléfono: 981559286
PRODUCTO : HARINA DE TRIGO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 510,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003650 -2021
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22/11/2021
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : 3 Meses, a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Proteínas Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 5,7)	12,6

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- NTP 205.042:1976 (Revisado al 2017)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 24/11/2021 Al 07/12/2021.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 7 de Diciembre de 2021



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
Mig. Quím. Elisa Yamam Naredes
Directora Técnica (e)
C.Q.P. N° 470

Anexo 3. Informe de ensayo: Determinación de proteínas de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

Nº 005883 - 2021

SOLICITANTE : KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. MANUEL BONNEMAISON 262- BELLAVISTA CALLAO
RUC: 48149499 **Teléfono:** 981559286
PRODUCTO : MEZCLA DE 95% HARINA DE TRIGO Y 5% HARINA DE PITUCA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 510,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S NºEN-003650 -2021
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22/11/2021
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : 3 Meses, a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Proteínas Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 5,7)	12,3

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- NTP 205.042:1976 (Revisado al 2017)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 24/11/2021 Al 07/12/2021.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 7 de Diciembre de 2021



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Mg. Quím. Elsa Huayán Paredes
Dirección Técnica (e)
C.O.P. Nº 470

Anexo 4. Informe de ensayo: Determinación de proteínas de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 005885 - 2021

SOLICITANTE : KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. MANUEL BONNEMAISON 262- BELLAVISTA CALLAO
RUC: 48149499 Teléfono: 981559286
PRODUCTO : MEZCLA DE 90% HARINA DE TRIGO Y 10% HARINA DE PITUCA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 510,7 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003650 -2021
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22/11/2021
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : 3 Meses, a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Proteínas Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 5,7)	11,8

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- NTP 205.042:1976 (Revisado al 2017)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 24/11/2021 Al 07/12/2021.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 7 de Diciembre de 2021



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Mg. Quím. Elsa Huamán Paredes
Directora Técnica (e)
C.Q.P N° 470

Anexo 5. Informe de ensayo: Determinación de proteínas en la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 005884 - 2021

SOLICITANTE : KERLY MARKEY TORRES MONTENEGRO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. MANUEL BONNEMAISON 262- BELLAVISTA CALLAO
: RUC: 48149499 Teléfono: 981559286
PRODUCTO : MEZCLA DE 85% HARINA DE TRIGO Y 15% HARINA DE PITUCA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 510,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003650 -2021
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22/11/2021
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : 3 Meses, a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Proteínas Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 5,7)	11,5

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- NTP 205.042:1976 (Revisado al 2017)

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 24/11/2021 Al 07/12/2021.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 7 de Diciembre de 2021



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
g. Quím. Elsa Huamán Paredes
Directora Técnica (e)
C.Q.P. N° 470

Anexo 6. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 1

TESIS - 100% H TRIGO R1 SIMULADOR

Fecha : 17/11/2021 Hora : 23:12

Muestra :

Hydratation : 63.2 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Protocolo : Chopin S

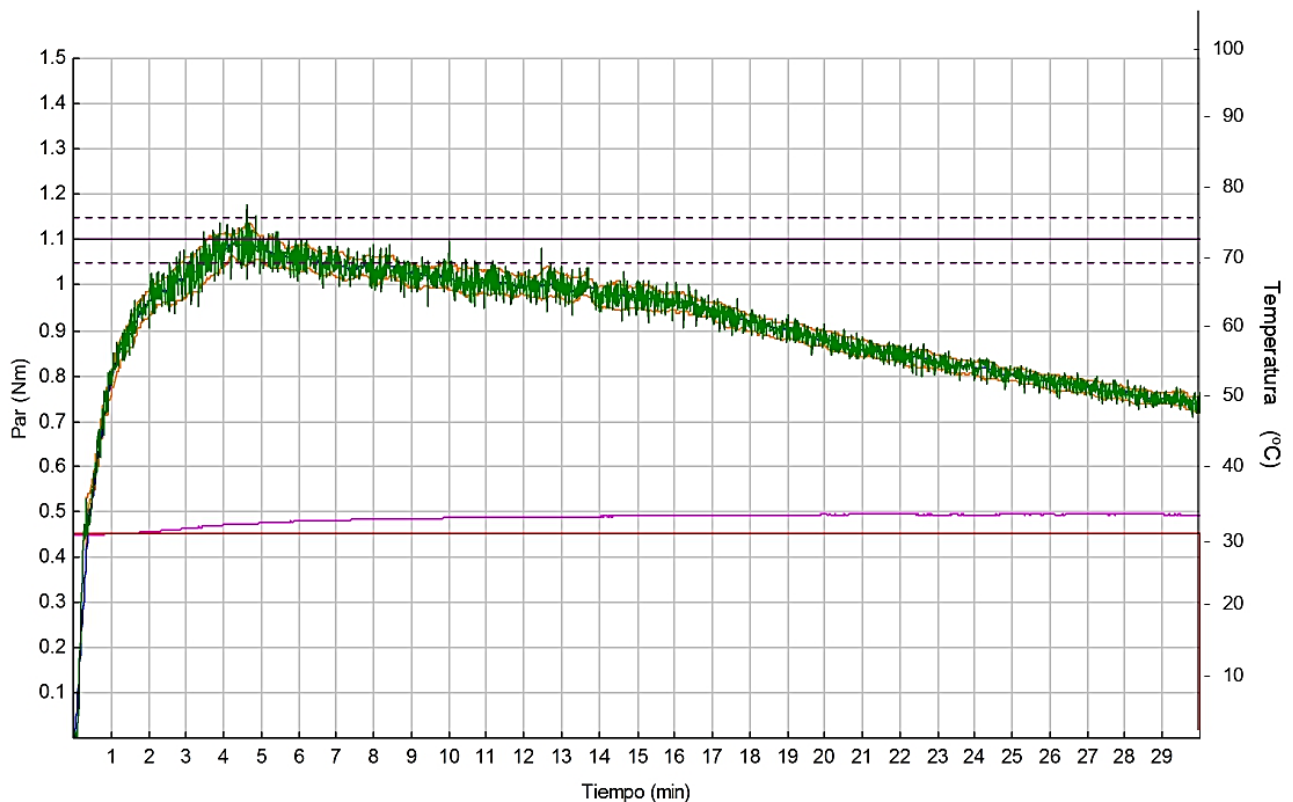
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.7 %
Tiempo de desarrollo	7.8 min
Estabilidad	14.0 min
Debilitamiento (Nm)	0.029 Nm
MTI (Nm)	0.068 Nm
Cmax (Nm)	1.096 Nm



Anexo 7. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 2

TESIS - 100% H TRIGO R2 SIMULADOR

Fecha : 18/11/2021 Hora : 01:22

Muestra :

Hydration : 63.0 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Protocolo : Chopin S

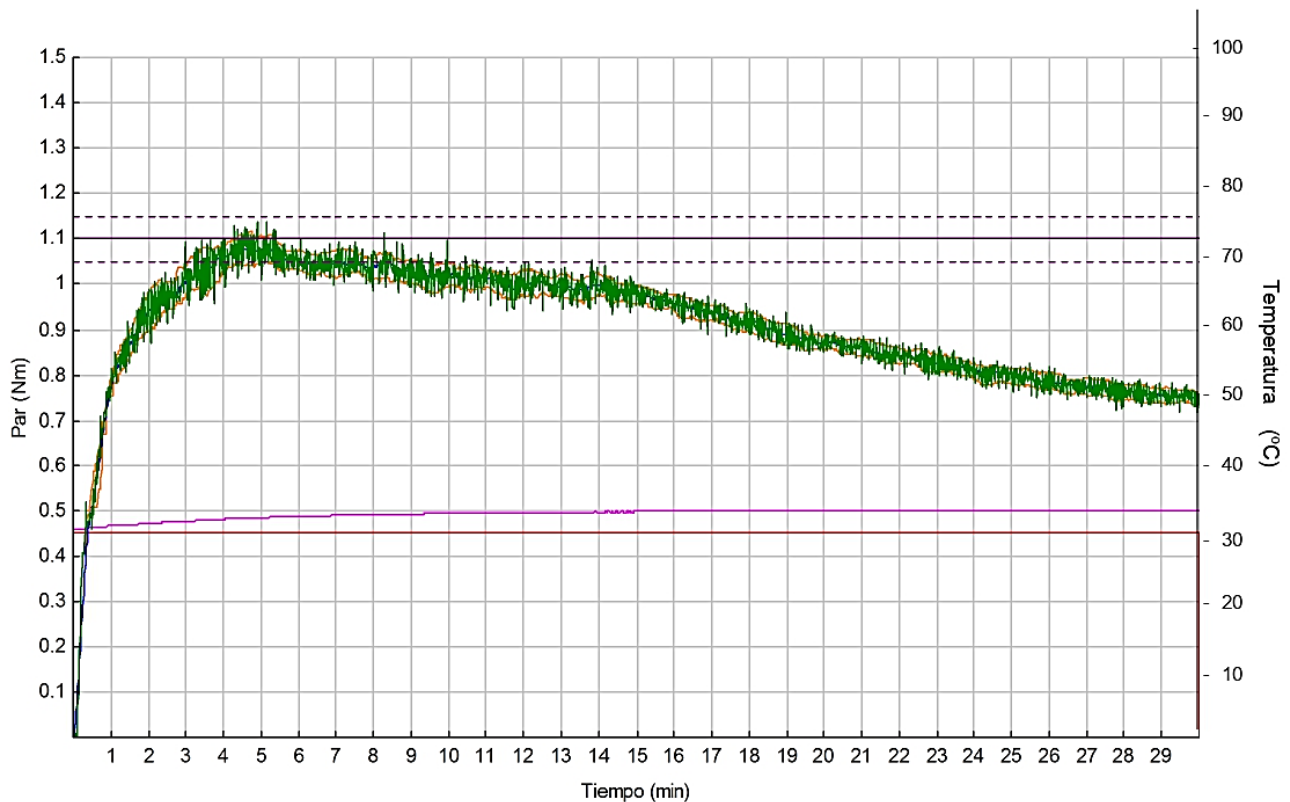
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.4 %
Tiempo de desarrollo	7.6 min
Estabilidad	14.9 min
Debilitamiento (Nm)	0.009 Nm
MTI (Nm)	0.062 Nm
Cmax (Nm)	1.083 Nm



Anexo 8. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 3

TESIS - 100% H TRIGO R3 SIMULADOR

Fecha : 18/11/2021 Hora : 03:01

Muestra :

Hydration : 62.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Protocolo : Chopin S

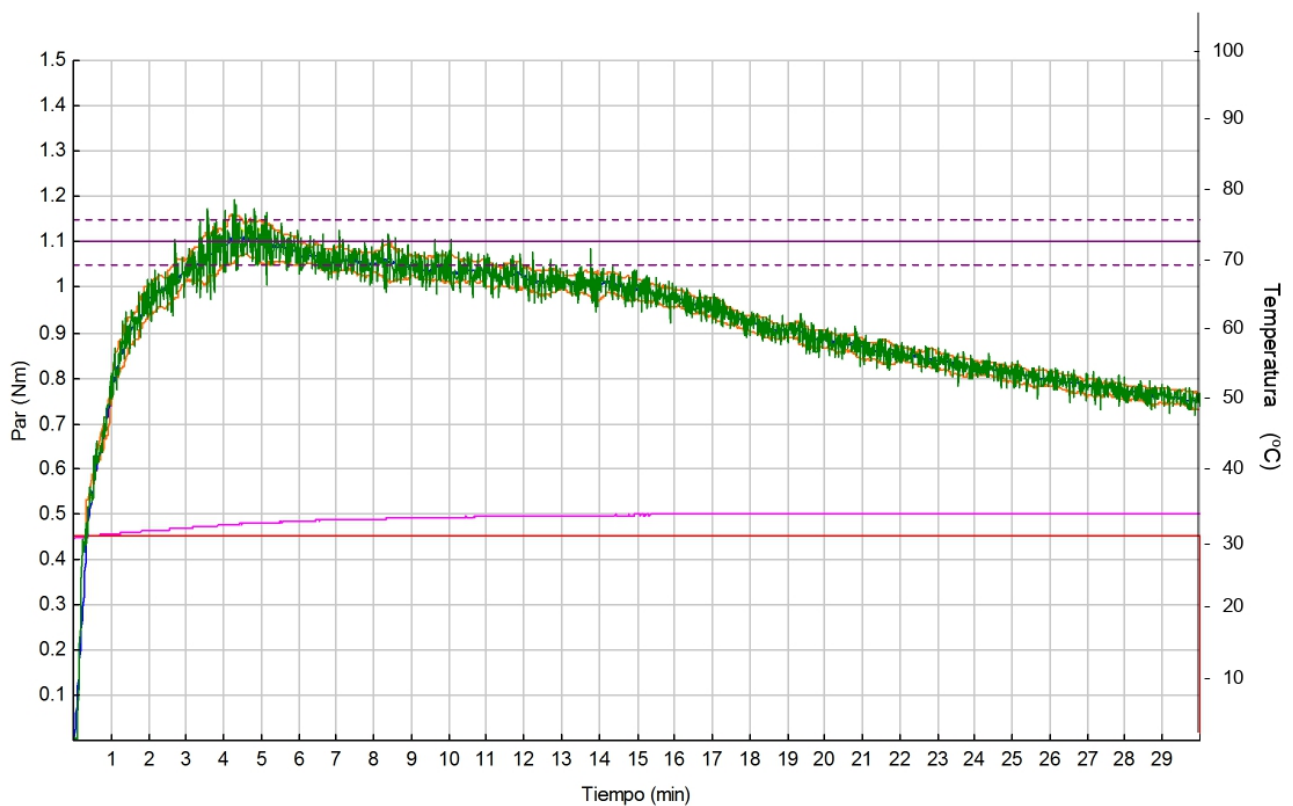
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.5 %
Tiempo de desarrollo	7.9 min
Estabilidad	13.6 min
Debilitamiento (Nm)	0.009 Nm
MTI (Nm)	0.048 Nm
Cmax (Nm)	1.115 Nm



Anexo 9. Simulador mixolab de la harina de trigo, réplica 4

TESIS - 100% H TRIGO R4 SIMULADOR

Fecha : 18/11/2021 Hora : 05:32

Muestra :

Hydration : 62.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Protocolo : Chopin S

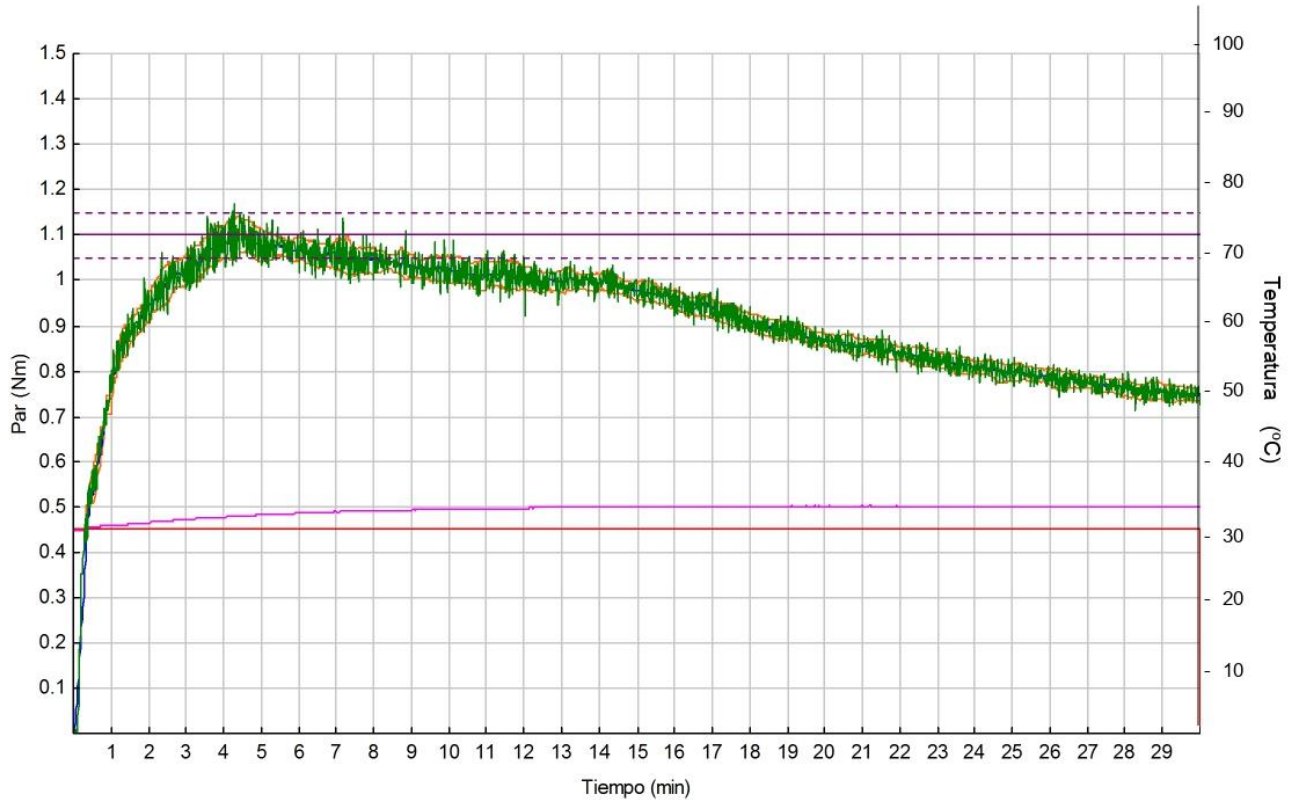
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.4 %
Tiempo de desarrollo	7.2 min
Estabilidad	14.2 min
Debilitamiento (Nm)	0.009 Nm
MTI (Nm)	0.052 Nm
Cmax (Nm)	1.102 Nm



Anexo 10. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 1

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R1 SIMULADOR

Fecha : 19/11/2021 Hora : 06:13

Muestra :

Hydration : 62.7 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Protocolo : Chopin S

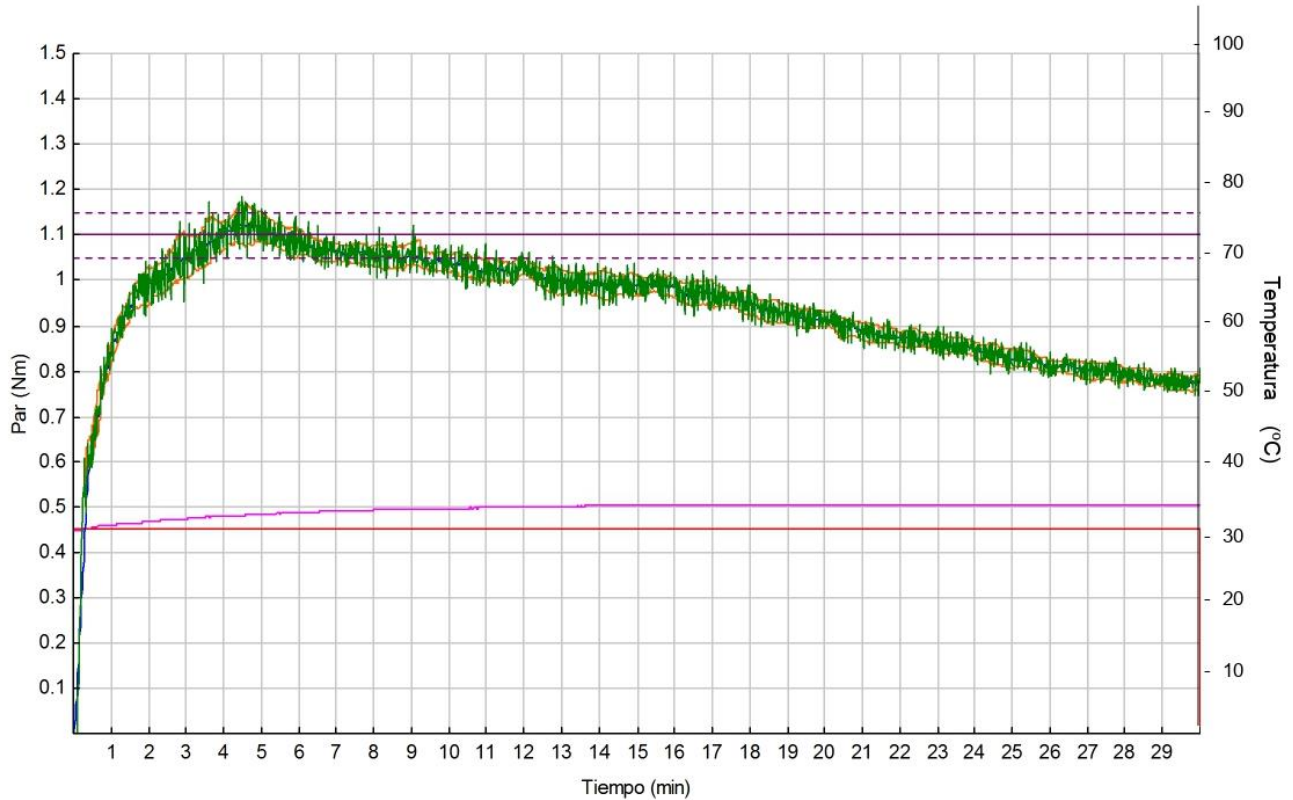
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulador

	Chopin S
Absorción	63.4 %
Tiempo de desarrollo	7.5 min
Estabilidad	14.3 min
Debilitamiento (Nm)	0.04 Nm
MTI (Nm)	0.063 Nm
Cmax (Nm)	1.126 Nm



Anexo 11. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 2

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R2 SIMULADOR

Fecha : 19/11/2021 Hora : 06:51

Muestra :

Hydration : 62.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Protocolo : Chopin S

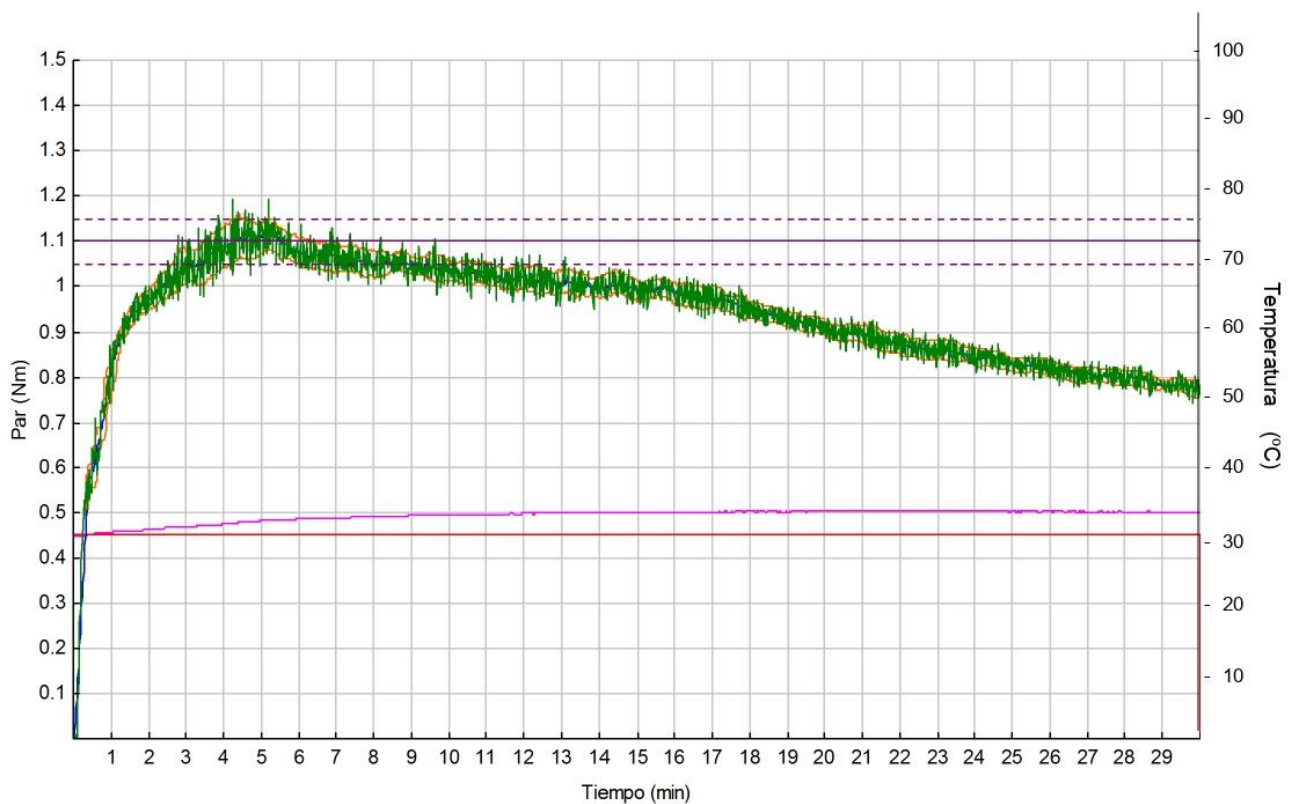
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.6 %
Tiempo de desarrollo	7.8 min
Estabilidad	14.0 min
Debilitamiento (Nm)	0.031 Nm
MTI (Nm)	0.061 Nm
Cmax (Nm)	1.121 Nm



Anexo 12. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 3

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R3 SIMULADOR

Fecha : 19/11/2021 Hora : 23:14

Muestra :

Hydratation : 63.0 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Protocolo : Chopin S

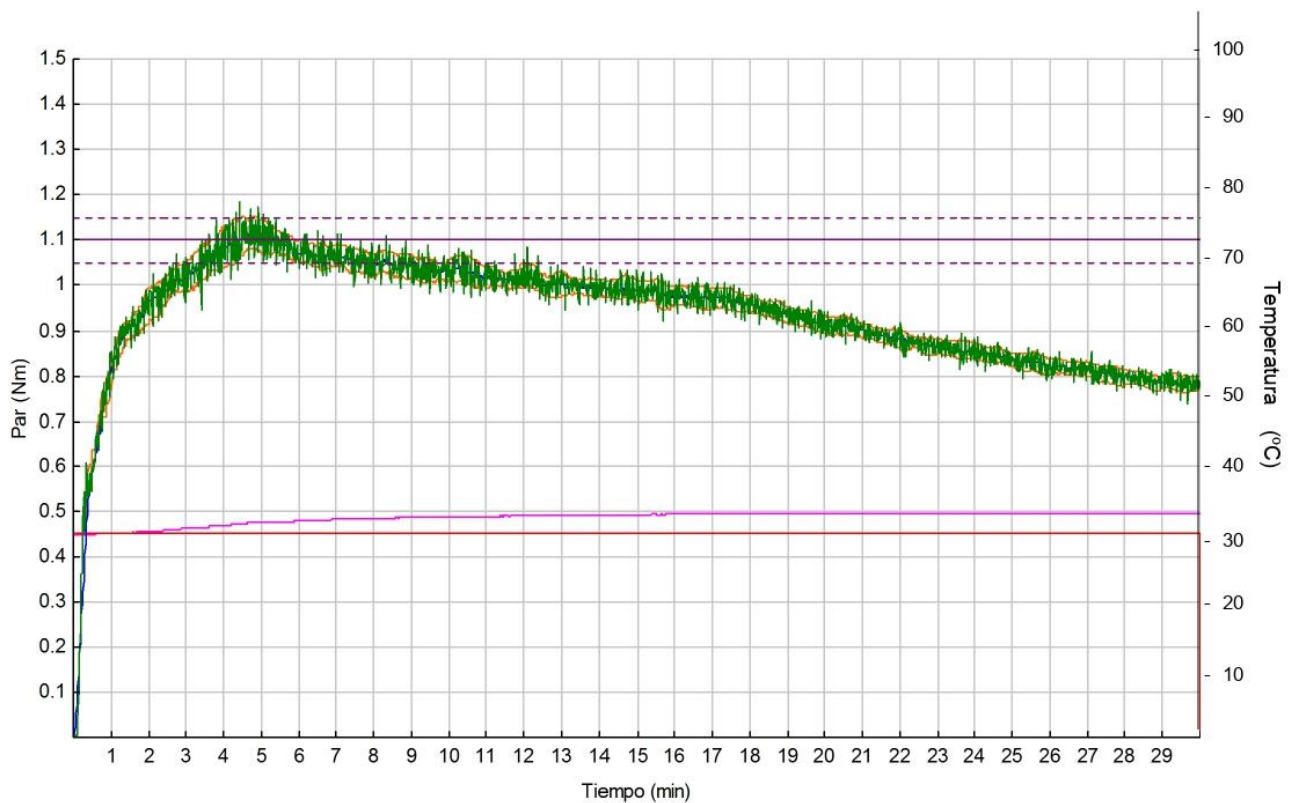
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.7 %
Tiempo de desarrollo	7.6 min
Estabilidad	14.6 min
Debilitamiento (Nm)	0.024 Nm
MTI (Nm)	0.065 Nm
Cmax (Nm)	1.112 Nm



Anexo 13. Simulador mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 4

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R4 SIMULADOR

Fecha : 20/11/2021 Hora : 00:41

Muestra :

Hydration : 63.1 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Protocolo : Chopin S

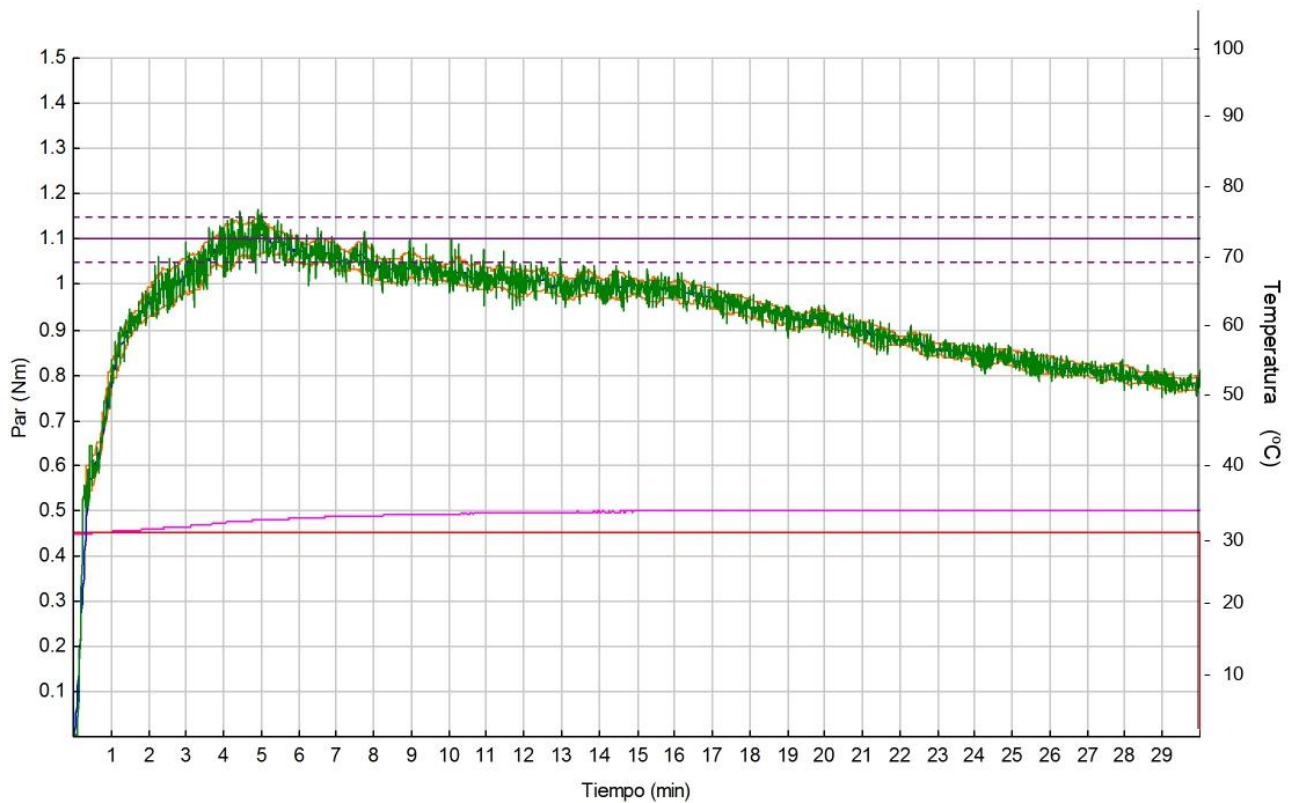
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	63.7 %
Tiempo de desarrollo	8.8 min
Estabilidad	14.4 min
Debilitamiento (Nm)	0.015 Nm
MTI (Nm)	0.059 Nm
Cmax (Nm)	1.112 Nm



Anexo 14. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 1

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R1 SIMULADOR

Fecha : 20/11/2021 Hora : 22:57

Muestra :

Hydration : 63.8 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Protocolo : Chopin S

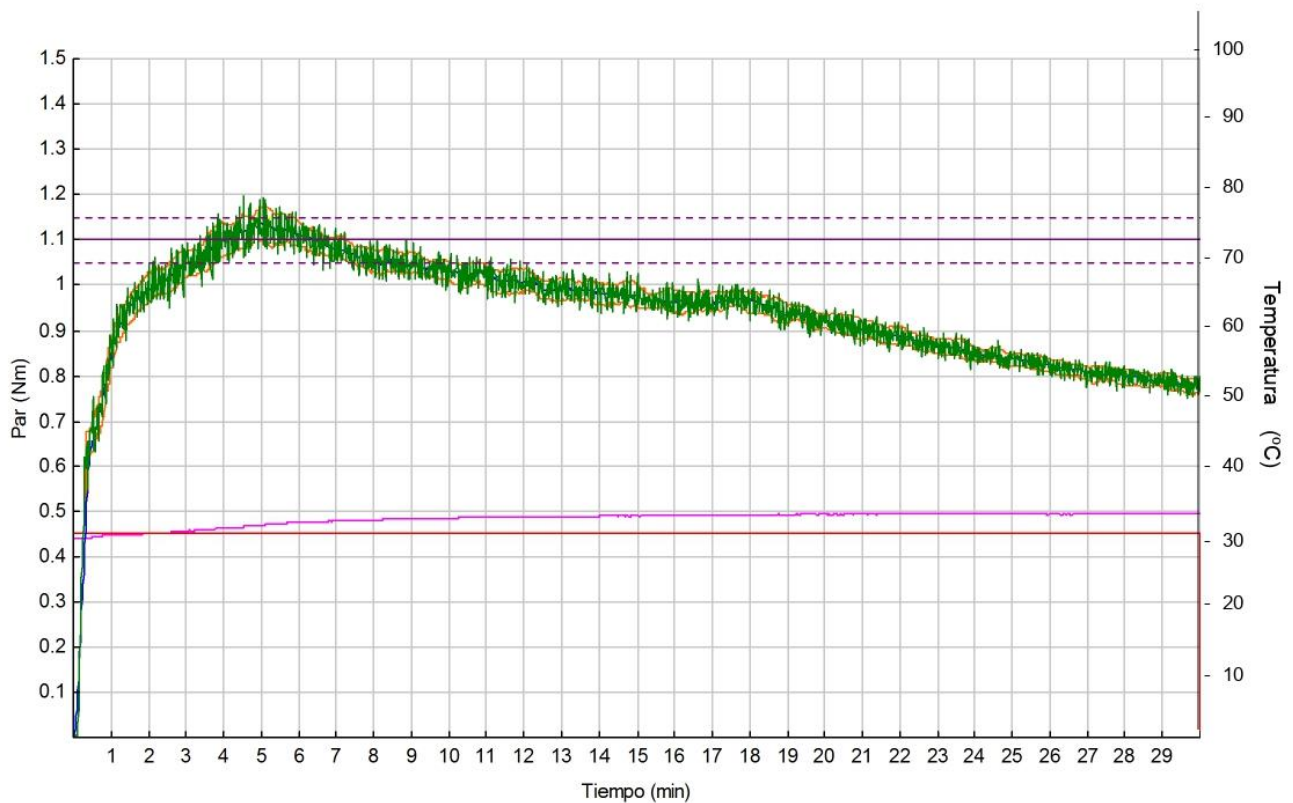
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	64.6 %
Tiempo de desarrollo	8.8 min
Estabilidad	15.9 min
Debilitamiento (Nm)	0.037 Nm
MTI (Nm)	0.054 Nm
Cmax (Nm)	1.139 Nm



Anexo 15. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 2

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R2 SIMULADOR

Fecha : 21/11/2021 Hora : 03:57

Muestra :

Hydration : 63.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Protocolo : Chopin S

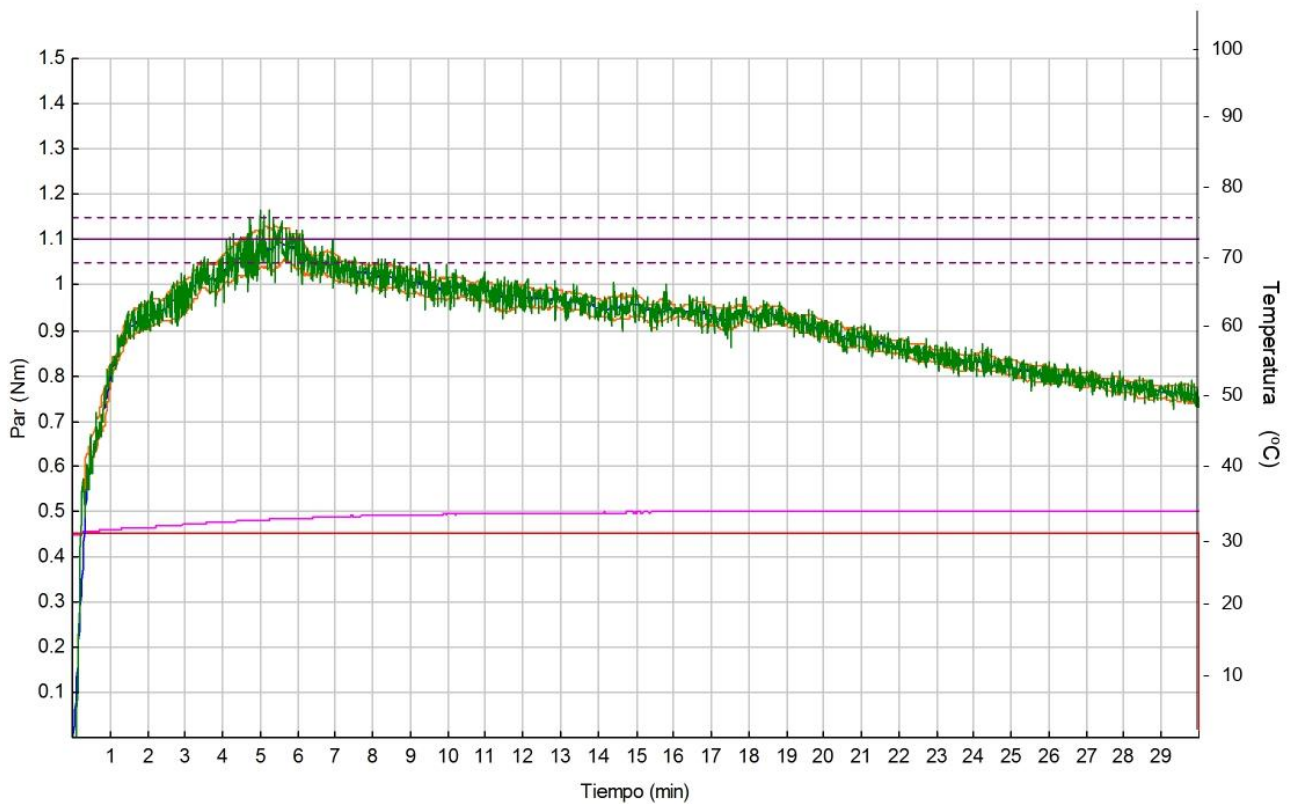
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	64.3 %
Tiempo de desarrollo	8.9 min
Estabilidad	15.9 min
Debilitamiento (Nm)	0.015 Nm
MTI (Nm)	0.066 Nm
Cmax (Nm)	1.095 Nm



Anexo 16. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 3

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R3 SIMULADOR

Fecha : 21/11/2021 Hora : 04:42

Muestra :

Hydratation : 63.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Protocolo : Chopin S

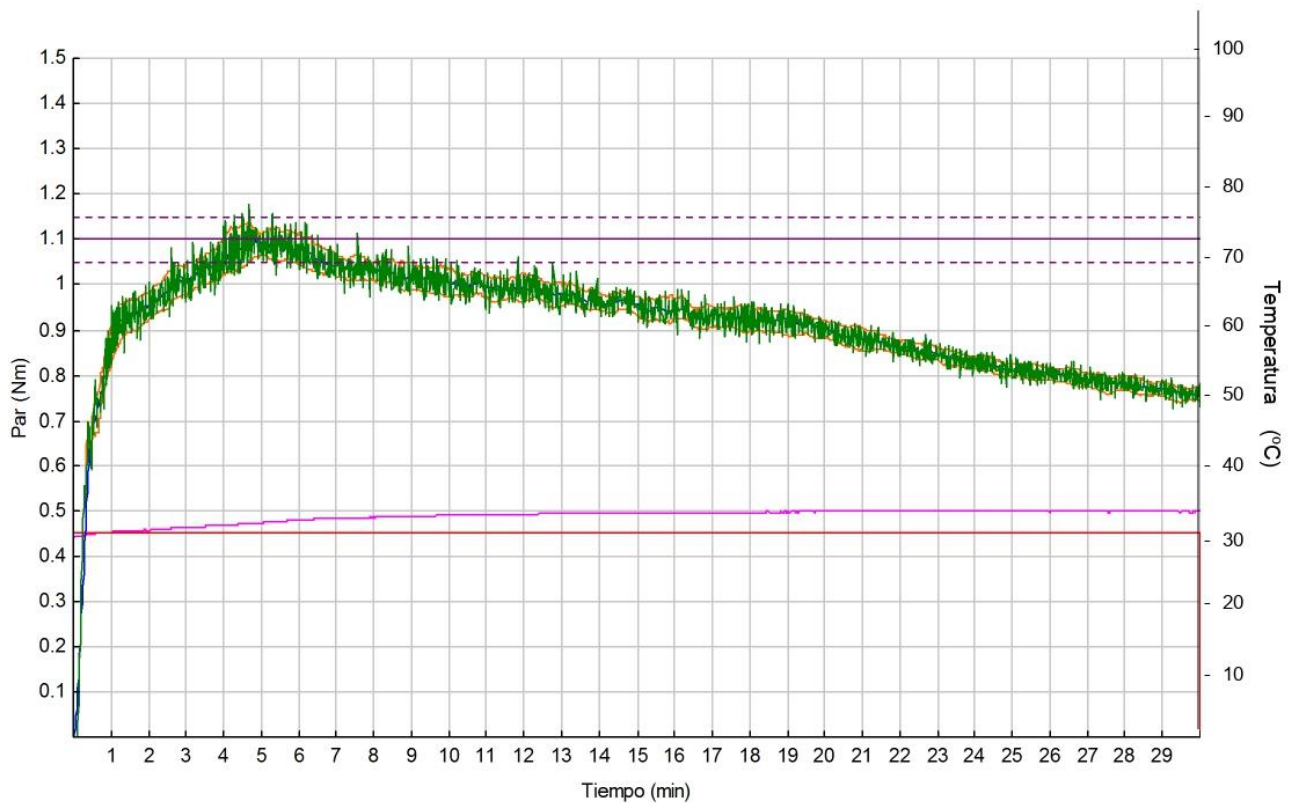
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	64.4 %
Tiempo de desarrollo	7.1 min
Estabilidad	14.0 min
Debilitamiento (Nm)	0.044 Nm
MTI (Nm)	0.082 Nm
Cmax (Nm)	1.104 Nm



Anexo 17. Simulador mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 4

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R4 SIMULADOR

Fecha : 21/11/2021 Hora : 05:26

Muestra :

Hydration : 63.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Protocolo : Chopin S

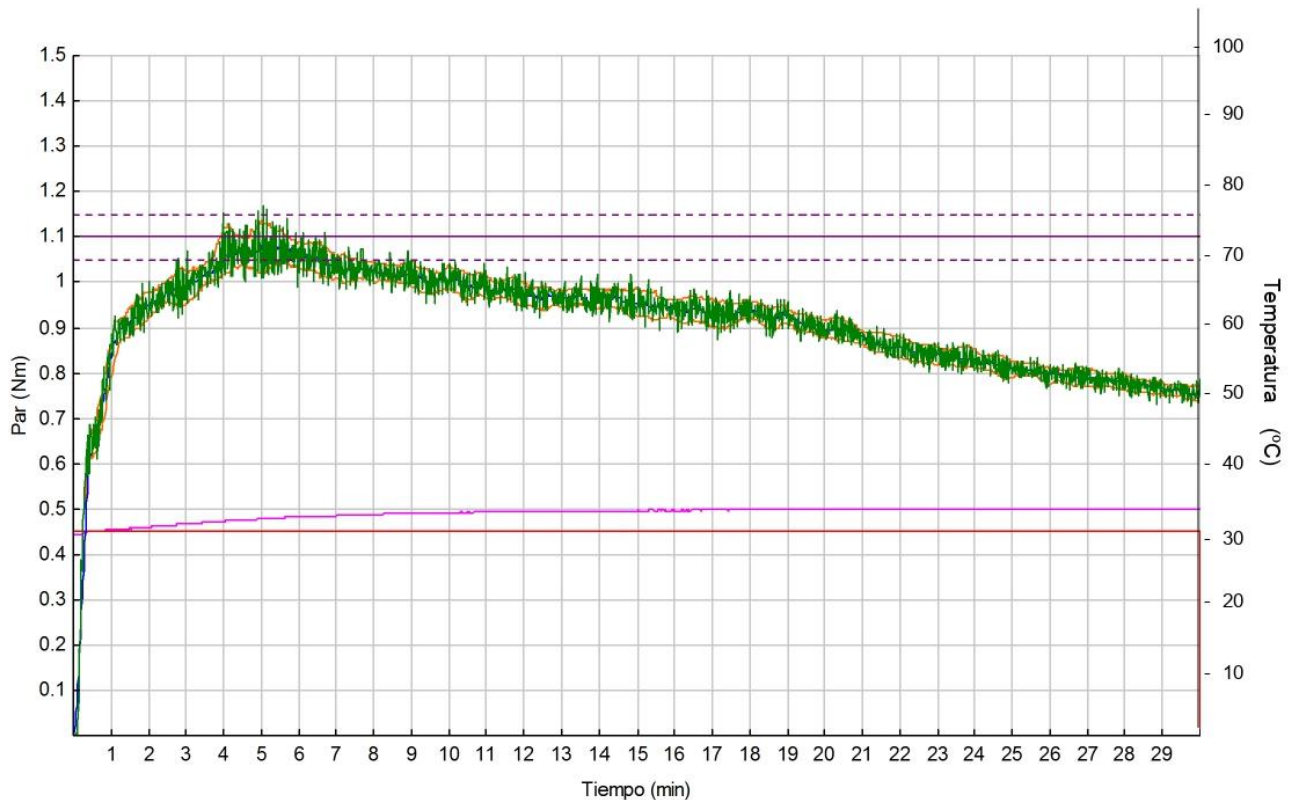
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulador

	Chopin S
Absorción	64.3 %
Tiempo de desarrollo	7.7 min
Estabilidad	15.6 min
Debilitamiento (Nm)	0.035 Nm
MTI (Nm)	0.083 Nm
Cmax (Nm)	1.081 Nm



Anexo 18. Simulador mixolab de la mezcla de 85% harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 1

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R1 SIMULADOR

Fecha : 22/11/2021 Hora : 12:15

Muestra :

Hydration : 64.2 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Protocolo : Chopin S

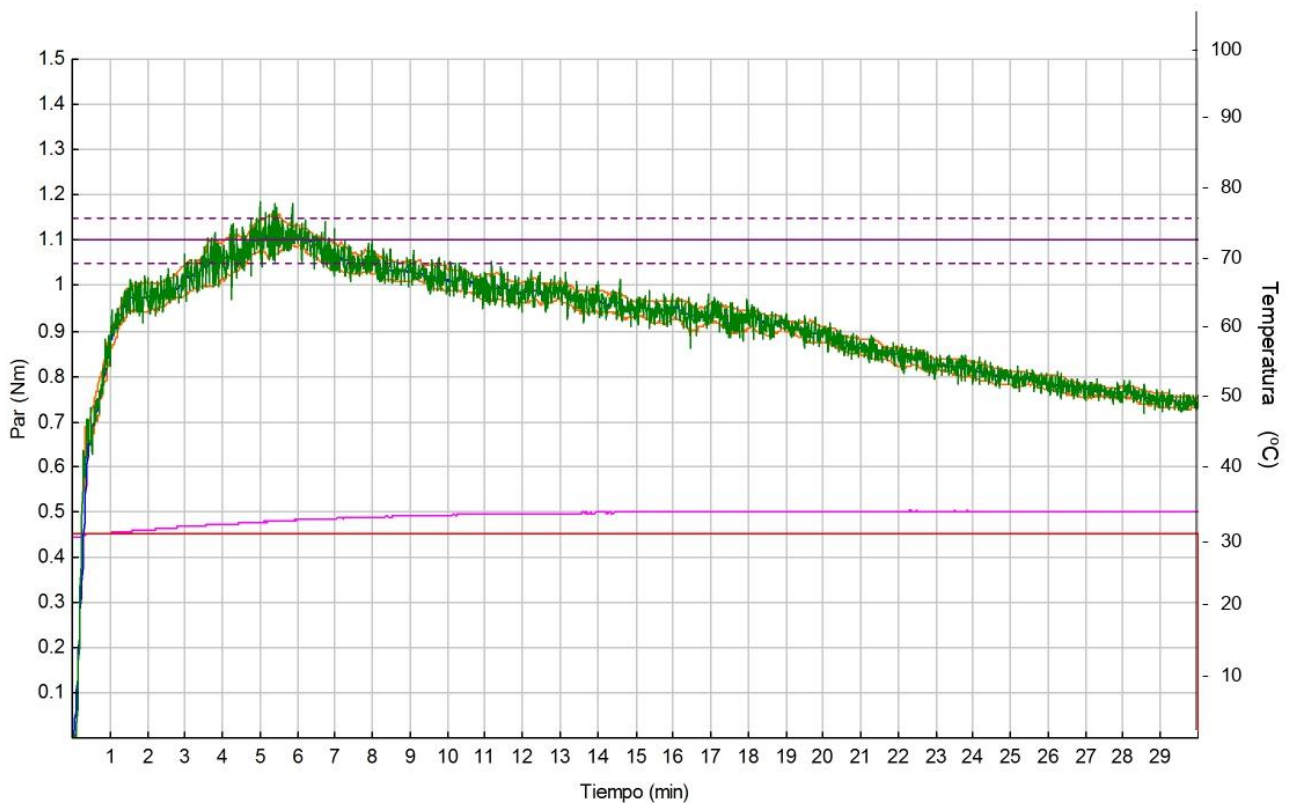
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	64.7 %
Tiempo de desarrollo	7.8 min
Estabilidad	17.0 min
Debilitamiento (Nm)	0.035 Nm
MTI (Nm)	0.063 Nm
Cmax (Nm)	1.114 Nm



Anexo 19. Simulador mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 2

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R2 SIMULADOR

Fecha : 23/11/2021 Hora : 11:31

Muestra :

Hydration : 64.2 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Protocolo : Chopin S

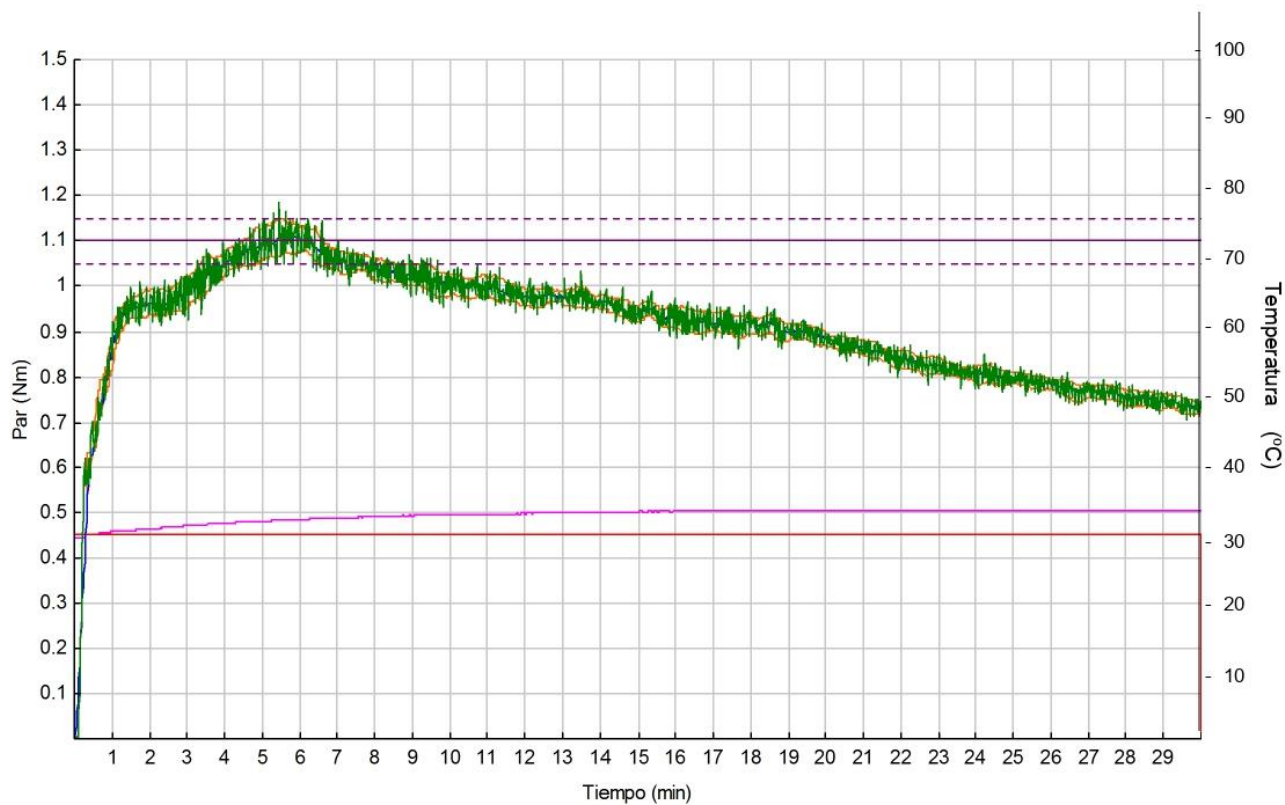
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	64.7 %
Tiempo de desarrollo	7.7 min
Estabilidad	16.4 min
Debilitamiento (Nm)	0.035 Nm
MTI (Nm)	0.07 Nm
Cmax (Nm)	1.114 Nm



Anexo 20. Simulador mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 3

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R3 SIMULADOR

Fecha : 23/11/2021 Hora : 13:11

Muestra :

Hydration : 64.2 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Protocolo : Chopin S

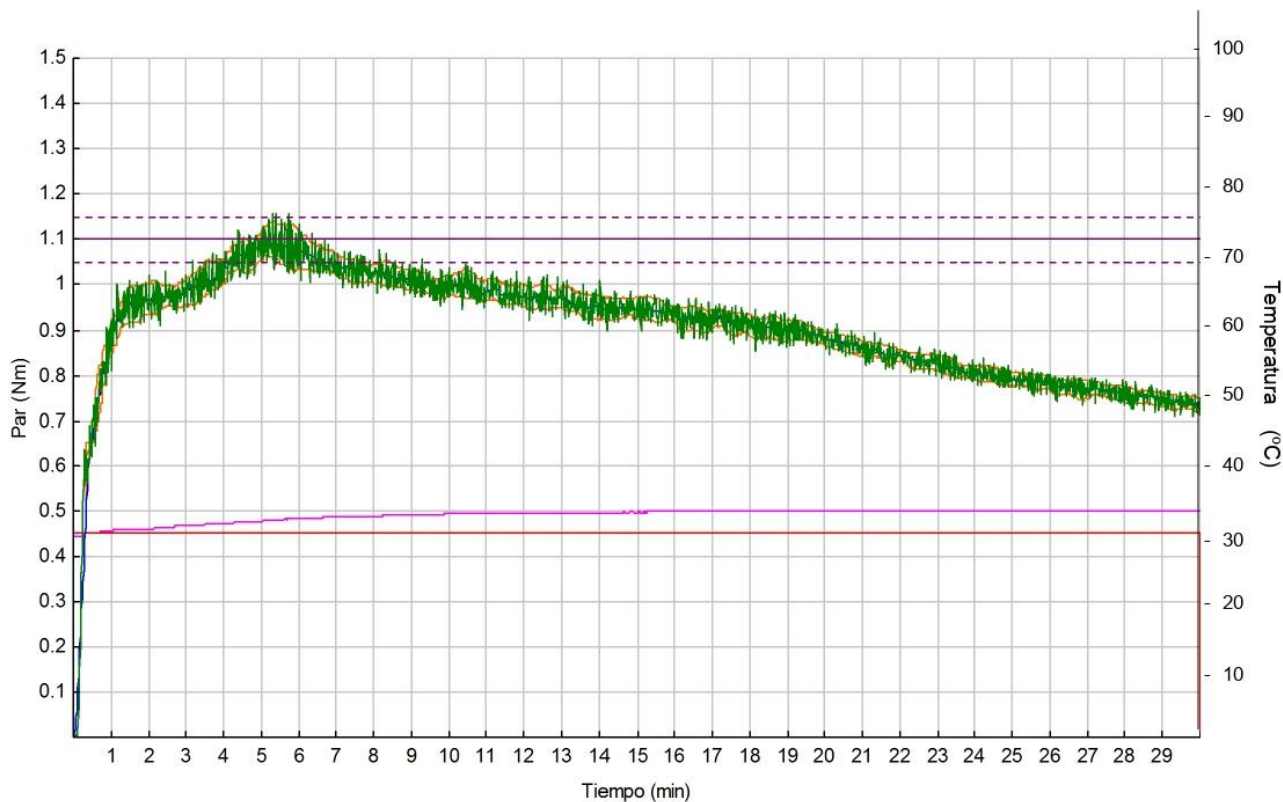
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulador

	Chopin S
Absorción	64.6 %
Tiempo de desarrollo	6.9 min
Estabilidad	14.8 min
Debilitamiento (Nm)	0.048 Nm
MTI (Nm)	0.088 Nm
Cmax (Nm)	1.093 Nm



Anexo 21. Simulador mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 4

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R4 SIMULADOR

Fecha : 23/11/2021 Hora : 14:12

Muestra :

Hydration : 64.2 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Protocolo : Chopin S

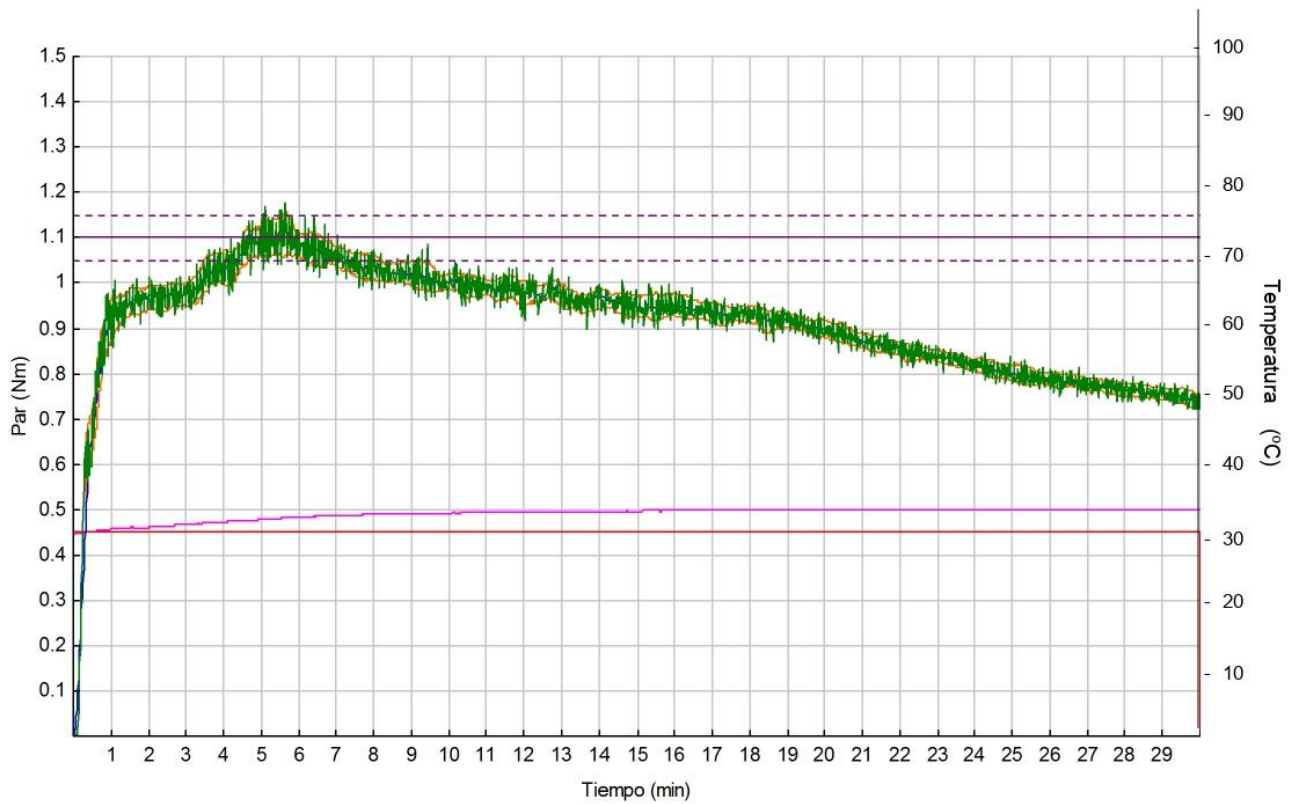
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

	Chopin S
Absorción	64.7 %
Tiempo de desarrollo	6.8 min
Estabilidad	15.7 min
Debilitamiento (Nm)	0.051 Nm
MTI (Nm)	0.091 Nm
Cmax (Nm)	1.116 Nm



Anexo 22. Mixolab de la harina de trigo, réplica 1

TESIS - 100% H TRIGO R1

Fecha : 19/11/2021 Hora : 01:12

Muestra :

Hydration : 61.7 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Indice: 8-34-564

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

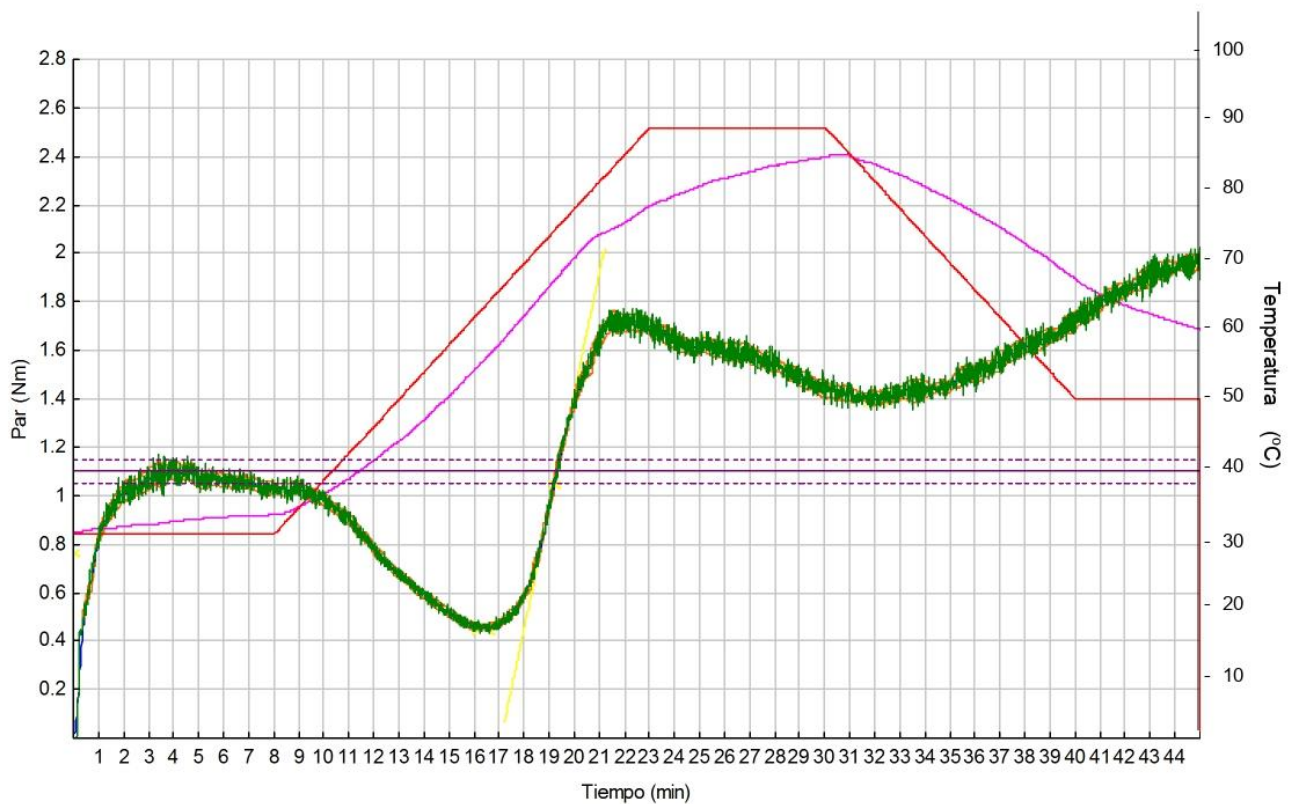
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.122	Nm/min
β :	0.488	Nm/min
γ :	-0.038	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	3.95	1.104	31.9	0.064	8.70
CS	8.00	1.026	32.9		7.07
C2	16.40	0.456	55.7		
C3	22.08	1.724	76.2		
C4	32.05	1.397	84.5		
C5	45.02	1.957	60.3		



Anexo 23. Mixolab de la harina de trigo, réplica 2

TESIS - 100% H TRIGO R2

Fecha : 19/11/2021 Hora : 02:25

Muestra :

Hydration : 61.7 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Indice: 8-33-554

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

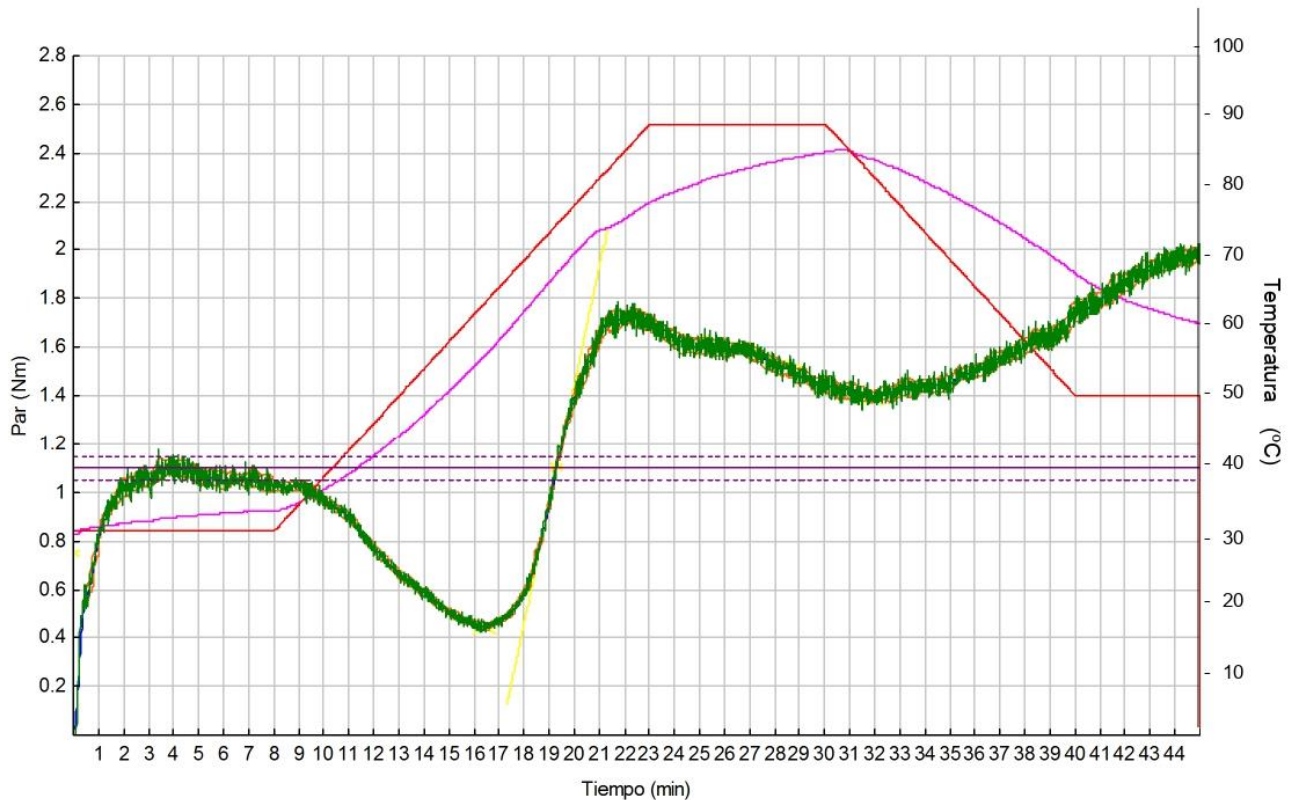
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.114	Nm/min
β :	0.490	Nm/min
γ :	-0.032	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	3.97	1.109	32.0	0.066	8.40
CS	8.00	1.028	33.0		6.93
C2	16.42	0.446	55.8		
C3	22.22	1.727	76.6		
C4	31.90	1.392	84.8		
C5	45.00	1.966	60.7		



Anexo 24. Mixolab de la harina de trigo, réplica 3

TESIS - 100% H TRIGO R3

Fecha : 19/11/2021 Hora : 03:37

Muestra :

Hydration : 61.7 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Indice: 8-34-554

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

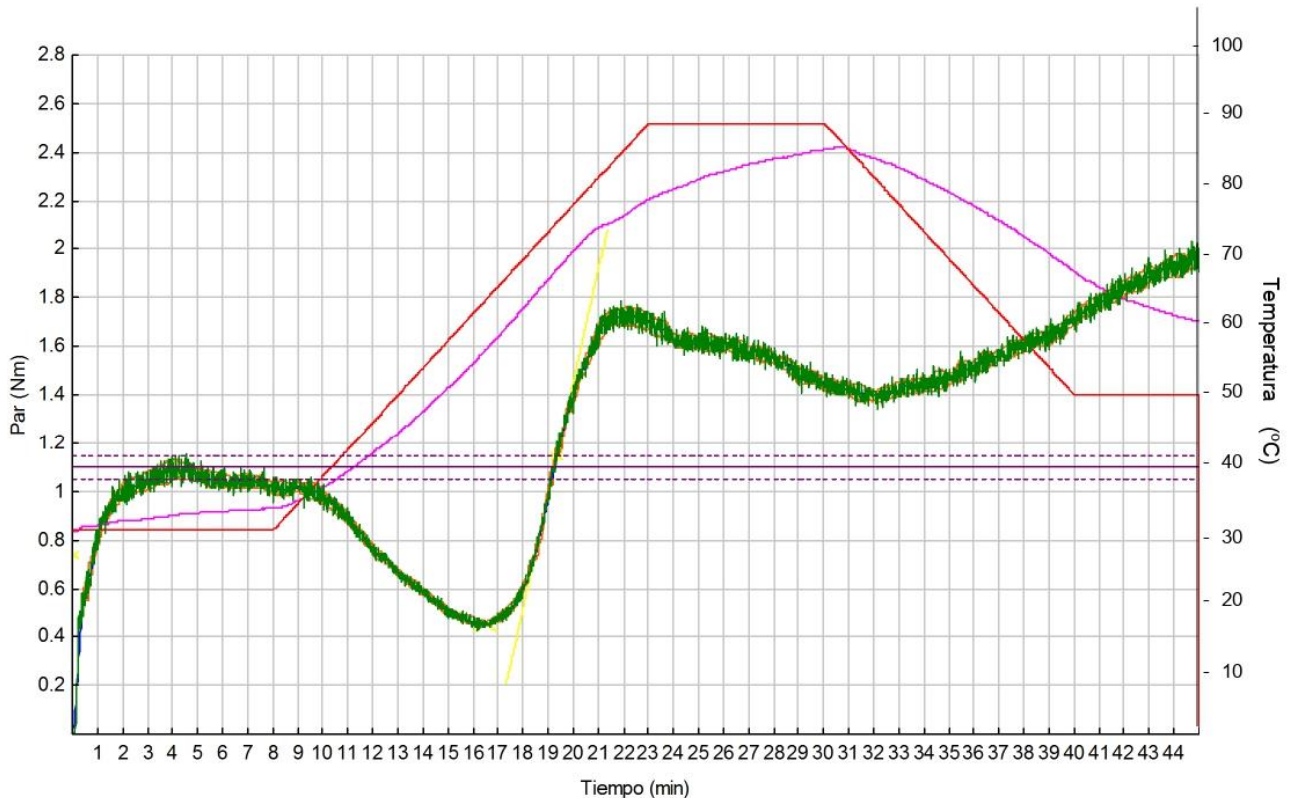
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.084	Nm/min
β :	0.466	Nm/min
γ :	-0.022	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	3.90	1.093	32.2	0.089	8.80
CS	8.00	1.016	33.2		7.02
C2	16.50	0.453	56.6		
C3	22.22	1.729	76.9		
C4	31.72	1.394	85.2		
C5	45.02	1.947	60.9		



Anexo 25. Mixolab de la harina de trigo, réplica 4

TESIS - 100% H TRIGO R4

Fecha : 19/11/2021 Hora : 04:42

Muestra :

Hydration : 61.7 % base 14% (b14)

Contenido de 13.90 %

Indice: 8-34-664

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

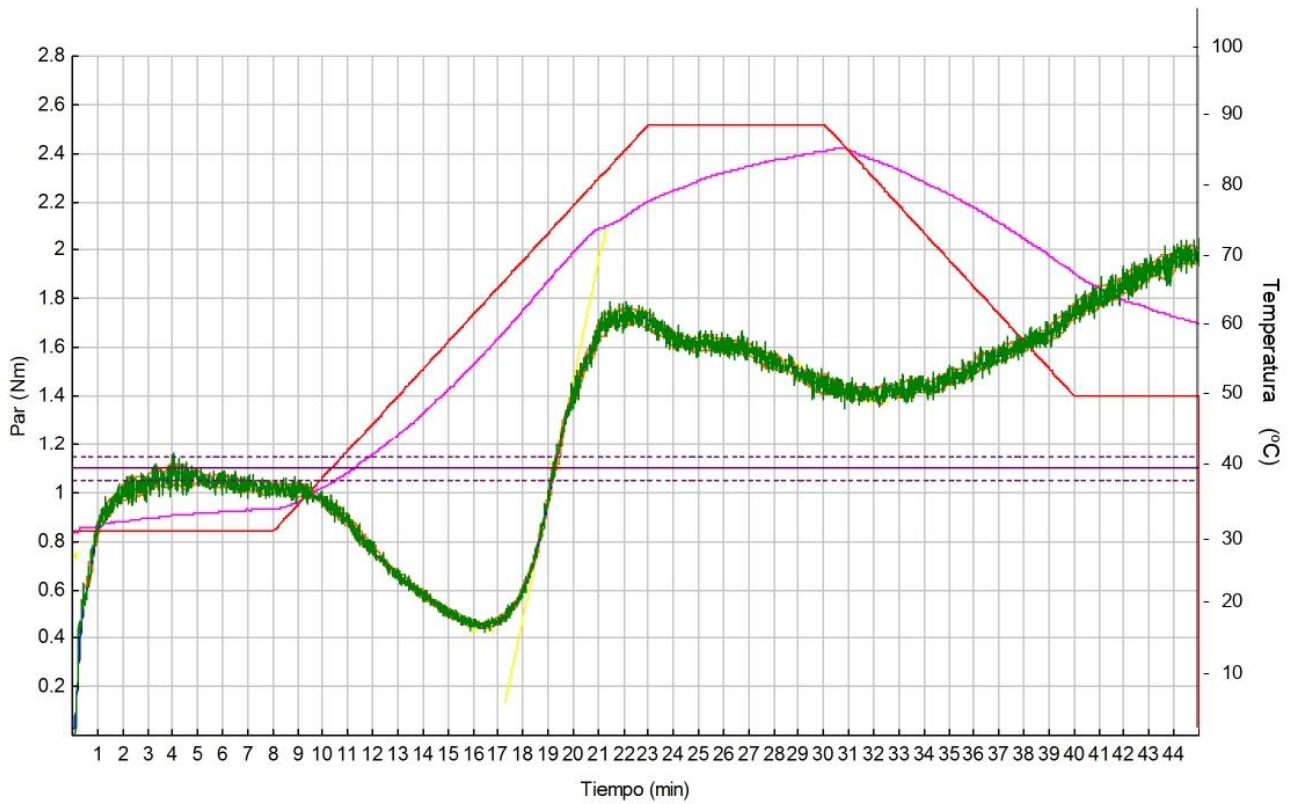
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.108	Nm/min
β :	0.488	Nm/min
γ :	-0.030	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.15	1.087	32.4	0.077	8.80
CS	8.00	1.016	33.3		7
C2	16.37	0.453	56.0		
C3	22.23	1.734	76.9		
C4	32.15	1.396	84.5		
C5	45.00	1.964	60.7		



Anexo 26. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 1

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R1

Fecha : 20/11/2021 Hora : 01:21

Muestra :

Hydration : 61.7 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Indice: 8-33-553

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

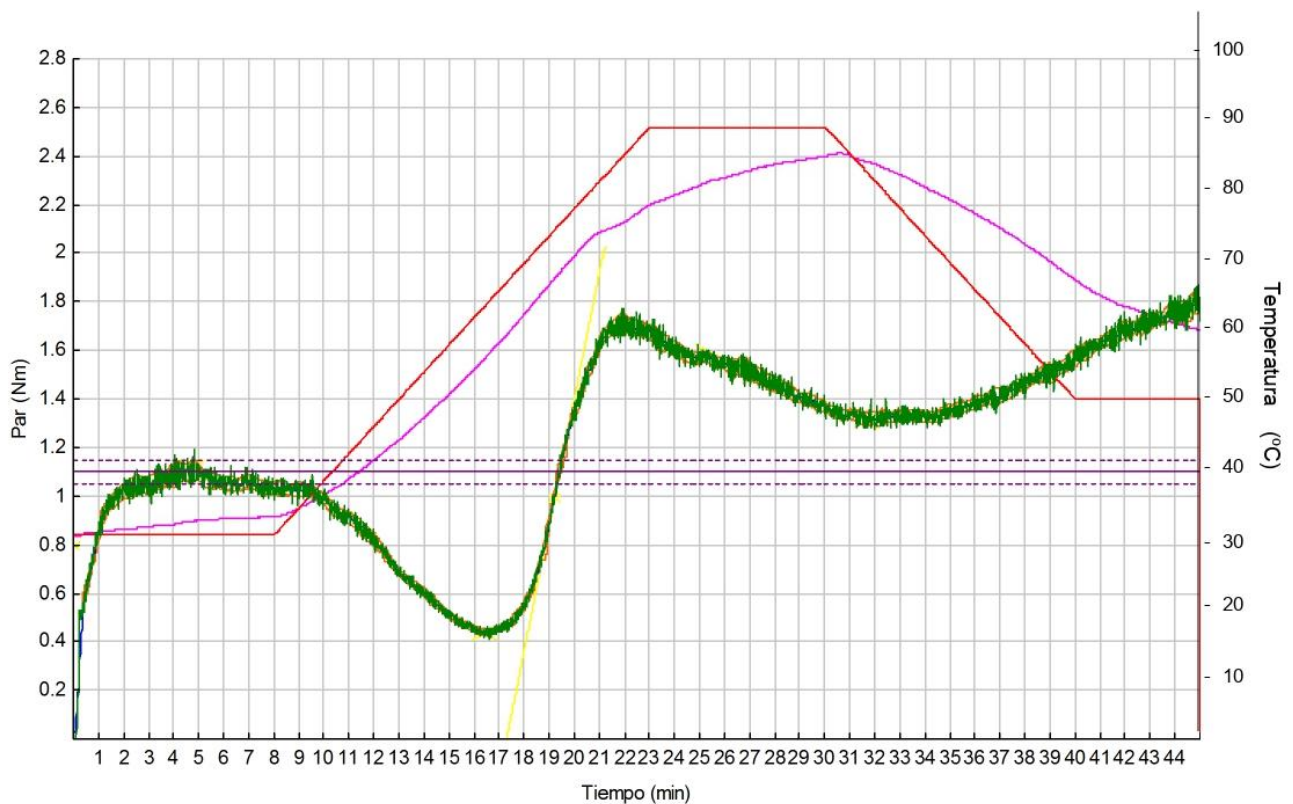
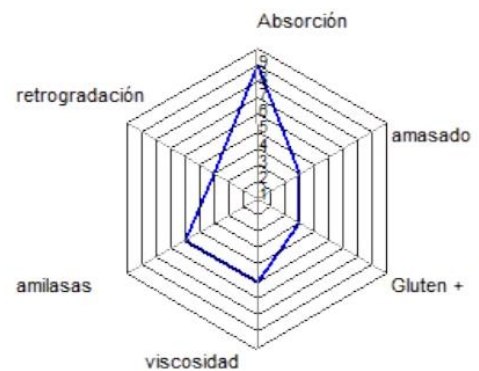
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.108	Nm/min
β :	0.518	Nm/min
γ :	-0.052	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.72	1.116	32.0	0.087	8.70
CS	8.00	1.029	32.7		7
C2	16.42	0.438	55.8		
C3	22.02	1.705	76.0		
C4	31.68	1.312	84.9		
C5	45.02	1.774	60.1		



Anexo 27. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 2

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R2

Fecha : 20/11/2021 Hora : 03:00

Muestra :

Hydration : 61.8 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Indice: 8-43-553

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

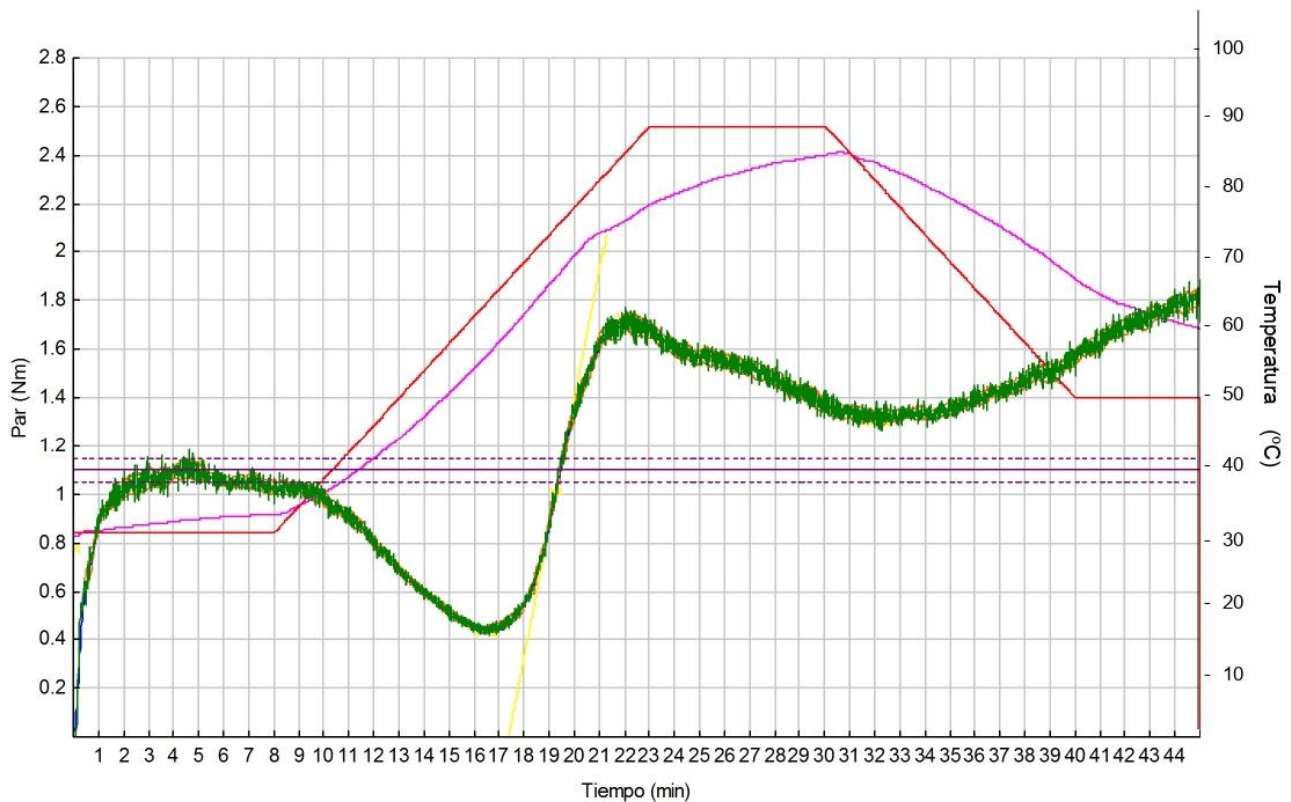
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.112	Nm/min
β :	0.532	Nm/min
γ :	-0.040	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.67	1.113	32.0	0.074	8.70
CS	8.00	1.031	32.7		7
C2	16.47	0.441	56.0		
C3	22.13	1.716	76.3		
C4	32.17	1.315	84.3		
C5	45.00	1.800	60.2		



Anexo 28. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 3

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R3

Fecha : 20/11/2021 Hora : 05:26

Muestra :

Hydration : 61.9 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Indice: 8-42-553

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

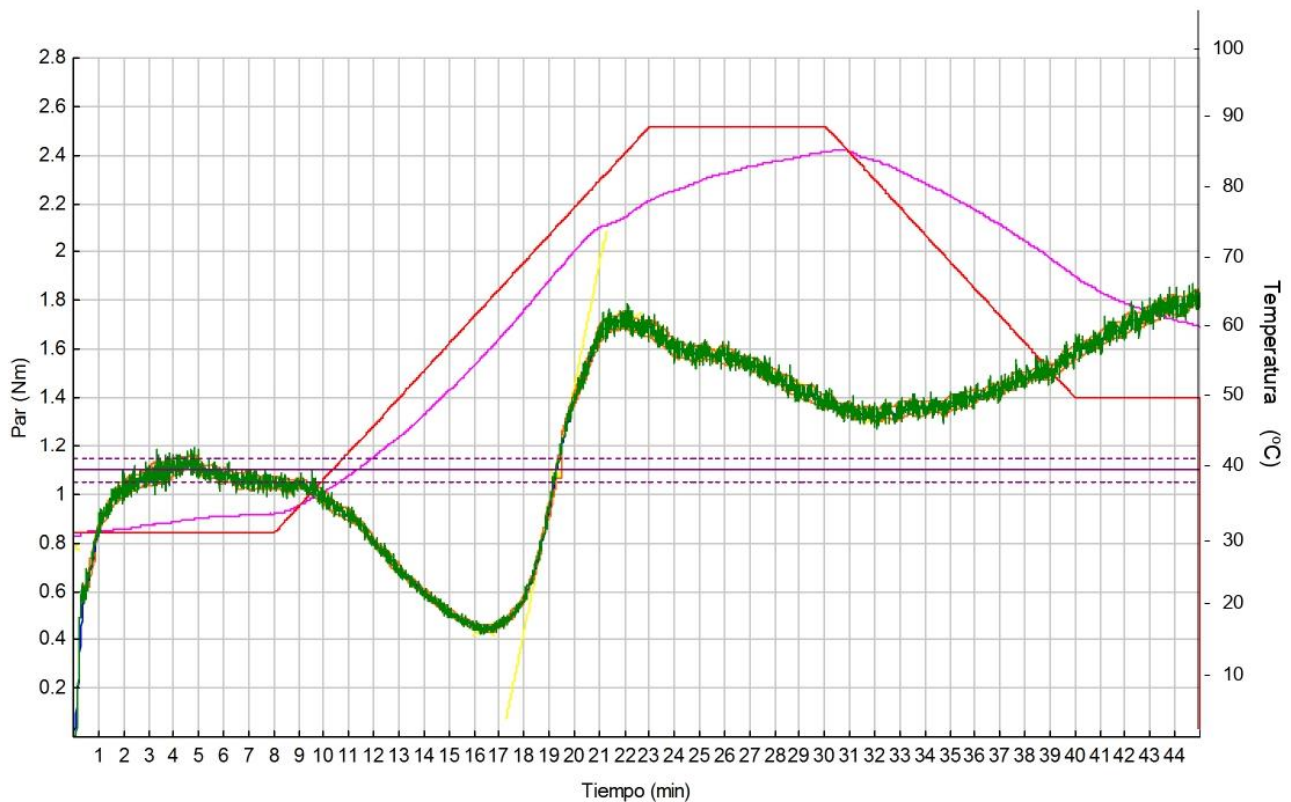
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.106	Nm/min
β :	0.504	Nm/min
γ :	-0.040	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.60	1.133	32.0	0.052	8.50
CS	8.00	1.048	32.9		6.9
C2	16.40	0.445	56.3		
C3	22.20	1.721	77.1		
C4	32.05	1.323	84.9		
C5	45.00	1.798	60.5		



Anexo 29. Mixolab de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 4

TESIS - 95% H TRIGO 5% H PITUCA R4

Fecha : 20/11/2021 Hora : 06:40

Muestra :

Hydration : 62.0 % base 14% (b14)

Contenido de 13.80 %

Indice: 8-33-554

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

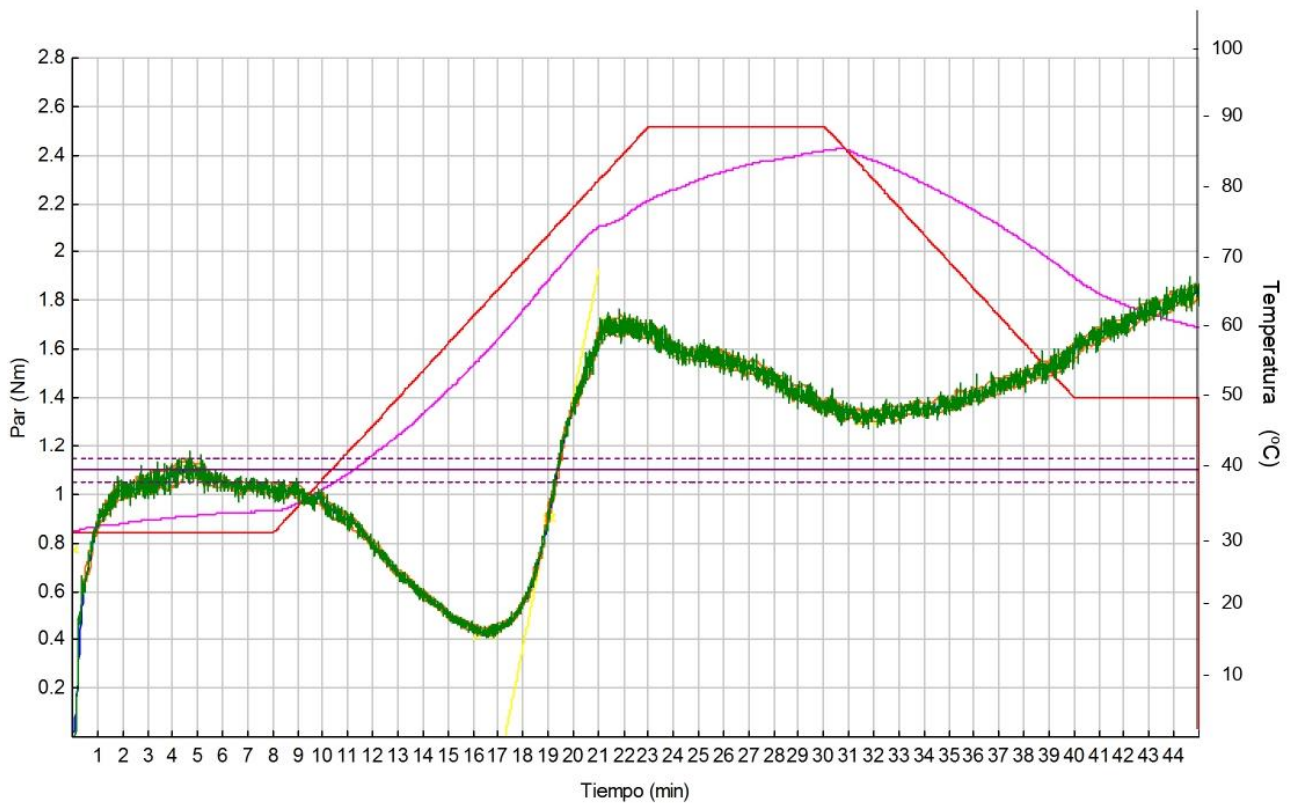
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.112	Nm/min
β :	0.514	Nm/min
γ :	-0.032	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.65	1.103	32.5	0.076	8.70
CS	8.00	1.010	33.2		7.03
C2	16.45	0.432	56.4		
C3	21.62	1.701	75.9		
C4	31.70	1.318	85.3		
C5	45.00	1.825	60.3		



Anexo 30. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 1

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R1

Fecha : 21/11/2021 Hora : 06:12

Muestra :

Hydration : 62.3 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Indice: 8-52-543

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

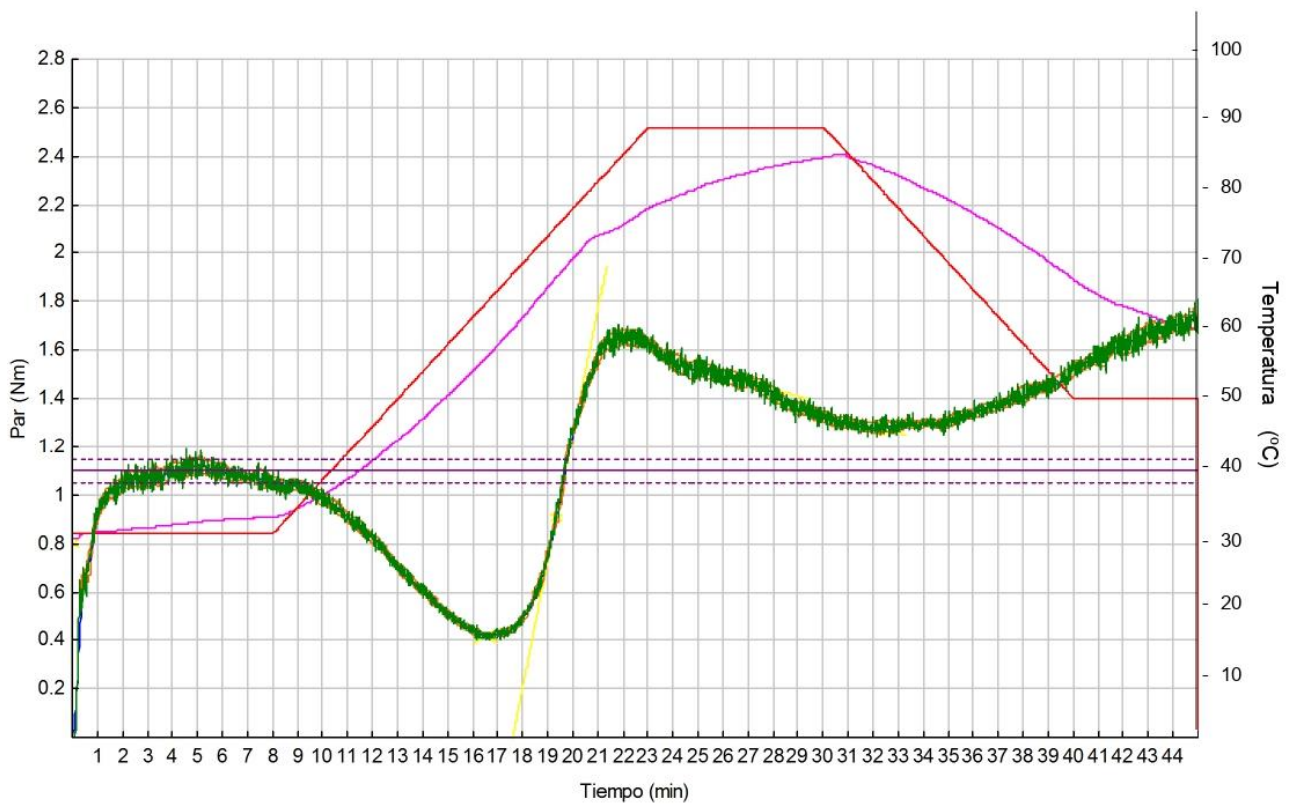
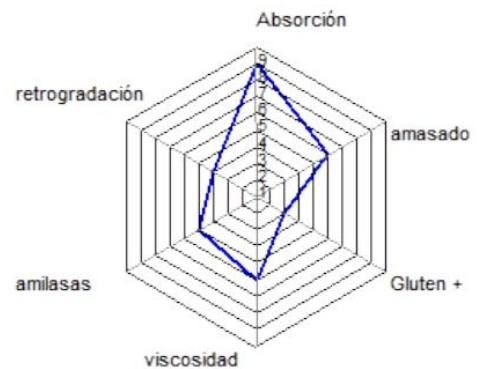
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.120	Nm/min
β :	0.520	Nm/min
γ :	-0.028	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.05	1.123	31.7	0.078	9.00
CS	8.00	1.055	32.5		6.85
C2	16.53	0.418	56.0		
C3	22.20	1.654	76.0		
C4	32.82	1.278	83.2		
C5	45.02	1.701	60.2		



Anexo 31. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 2

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R2

Fecha : 22/11/2021 Hora : 07:05

Muestra :

Hydration : 62.5 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Indice: 8-42-453

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

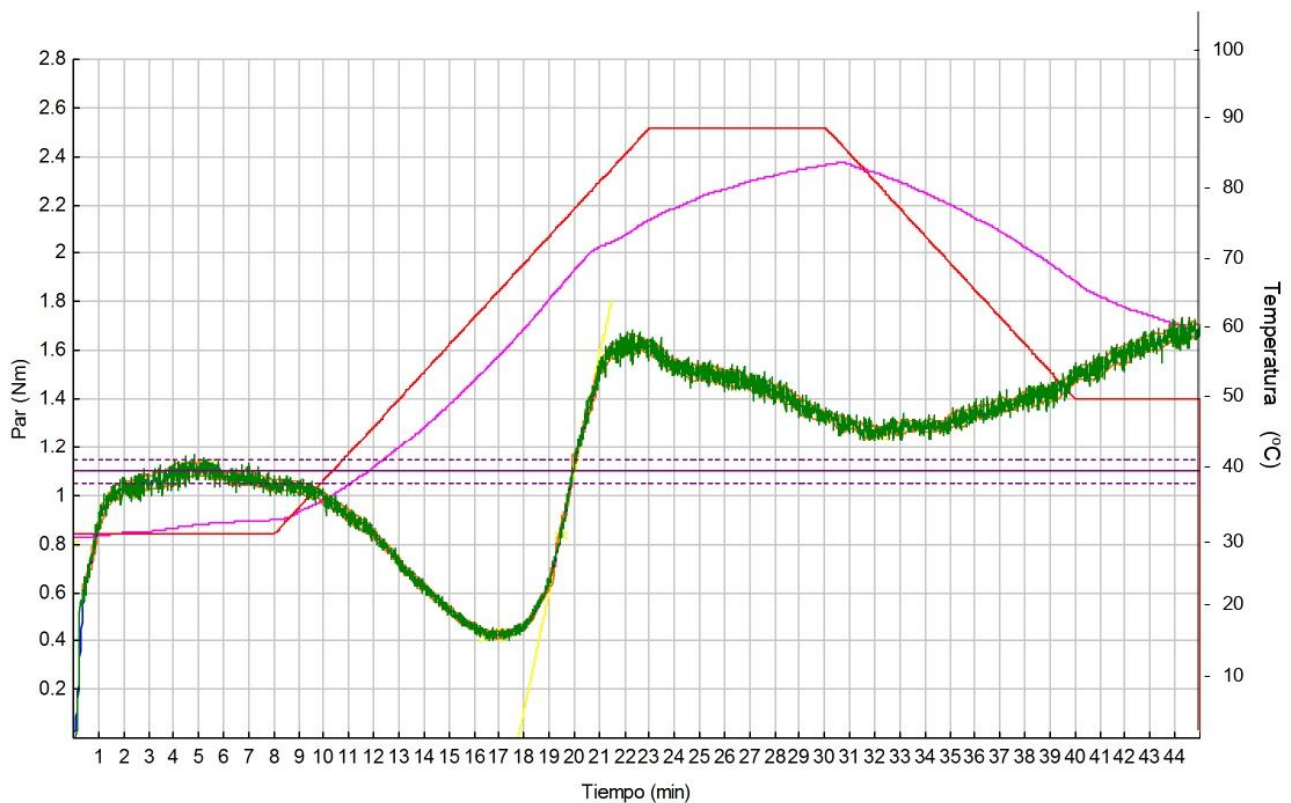
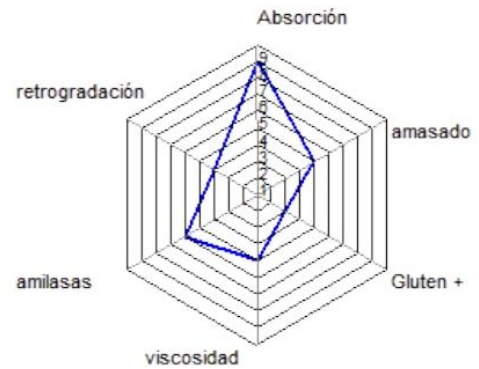
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.108	Nm/min
β :	0.488	Nm/min
γ :	-0.038	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.25	1.118	31.5	0.055	8.90
CS	8.00	1.040	32.2		7.13
C2	16.70	0.427	55.2		
C3	22.28	1.629	74.7		
C4	32.05	1.263	83.2		
C5	45.00	1.671	60.0		



Anexo 32. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 3

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R3

Fecha : 22/11/2021 Hora : 08:42

Muestra :

Hydration : 62.6 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Indice: 8-42-553

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

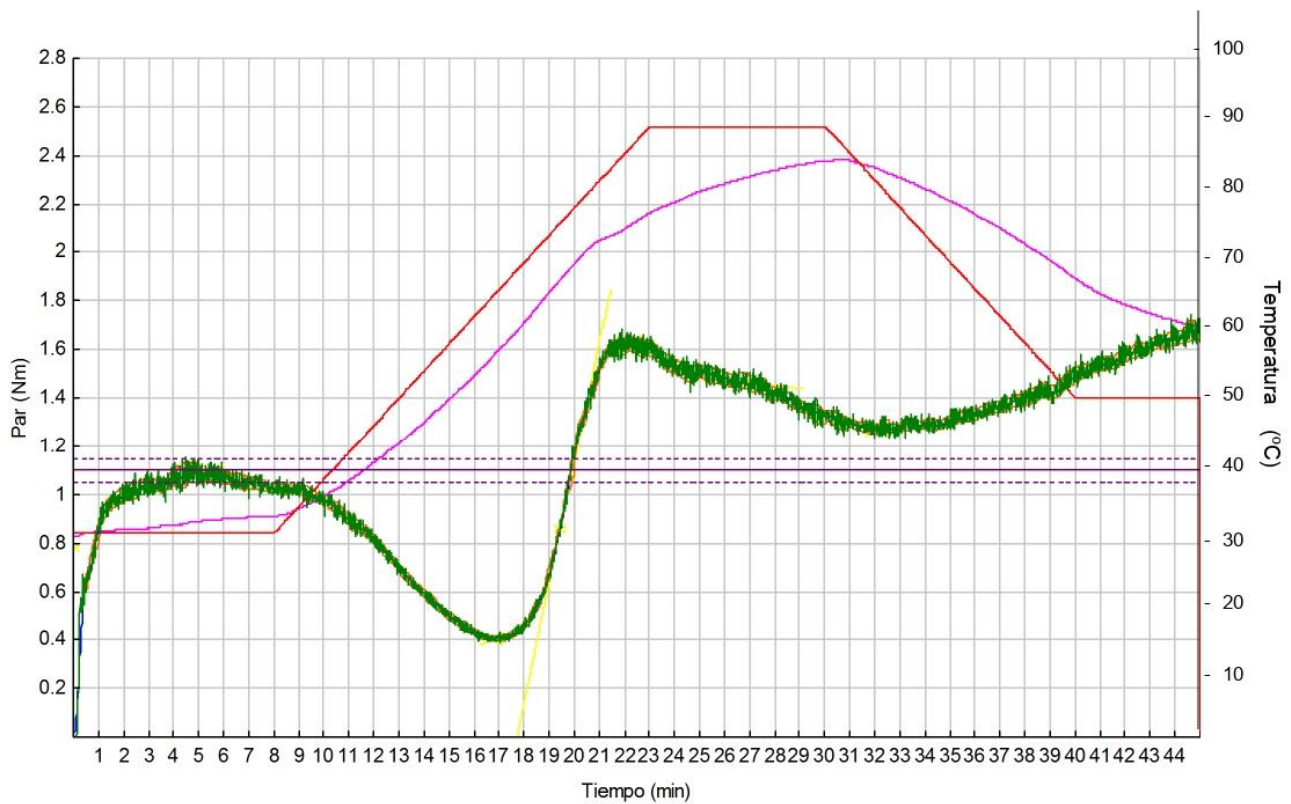
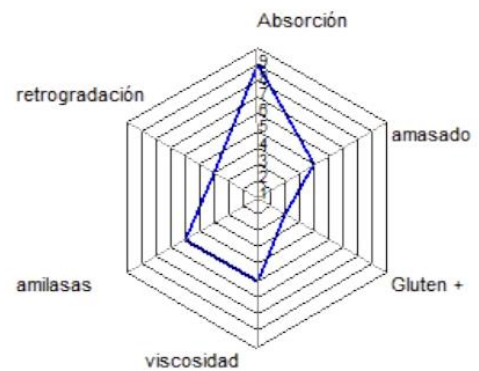
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.110	Nm/min
β :	0.496	Nm/min
γ :	-0.010	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.57	1.094	32.0	0.056	9.10
CS	8.00	1.025	32.5		6.92
C2	16.70	0.405	55.9		
C3	22.22	1.628	75.4		
C4	32.08	1.270	83.7		
C5	45.02	1.661	60.3		



Anexo 33. Mixolab de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 4

TESIS - 90% H TRIGO 10% H PITUCA R4

Fecha : 22/11/2021 Hora : 09:43

Muestra :

Hydration : 62.6 % base 14% (b14)

Contenido de 13.70 %

Indice: 8-42-543

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

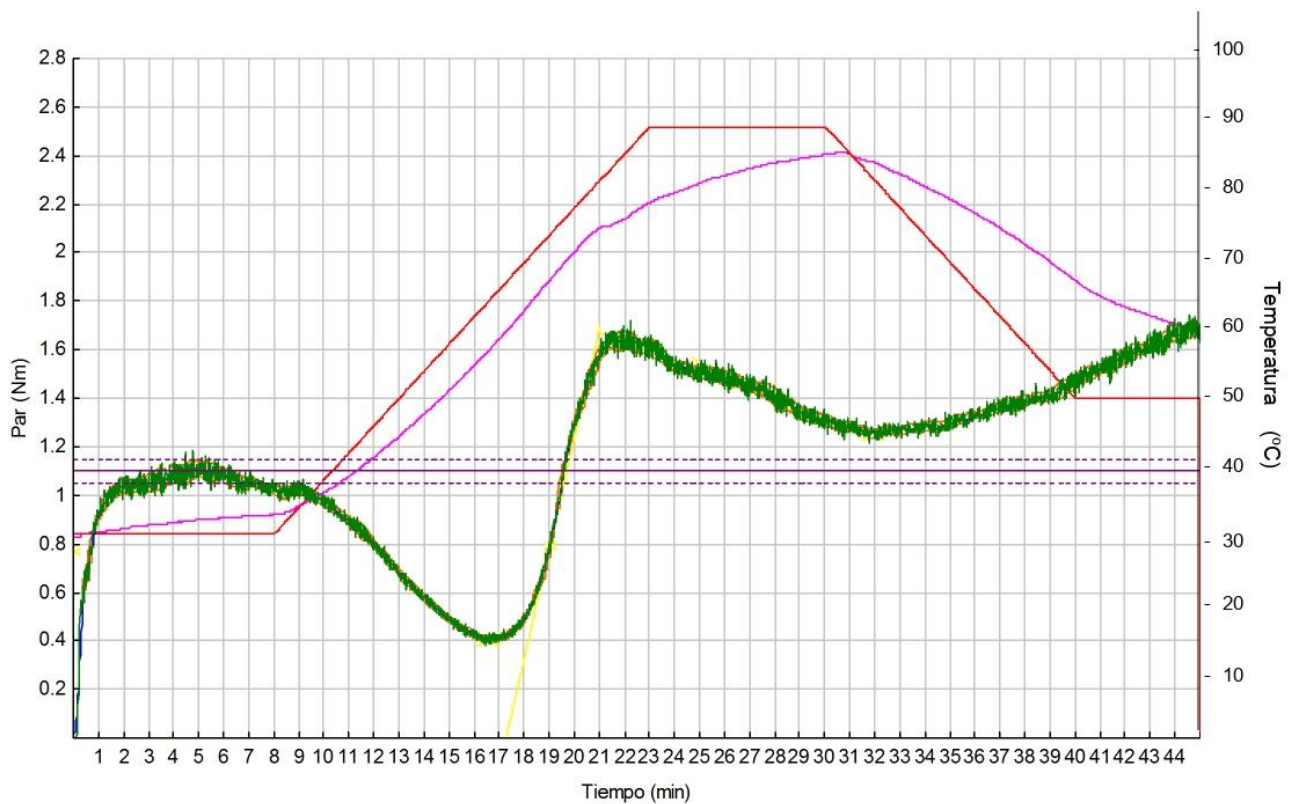
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.120	Nm/min
β :	0.452	Nm/min
γ :	-0.054	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.87	1.108	32.1	0.068	8.90
CS	8.00	1.031	32.9		6.75
C2	16.57	0.405	56.9		
C3	21.50	1.641	75.6		
C4	31.93	1.256	84.7		
C5	45.02	1.673	60.0		



Anexo 34. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 1

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R1

Fecha : 22/11/2021 Hora : 11:02

Muestra :

Hydration : 62.8 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Indice: 8-51-553

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

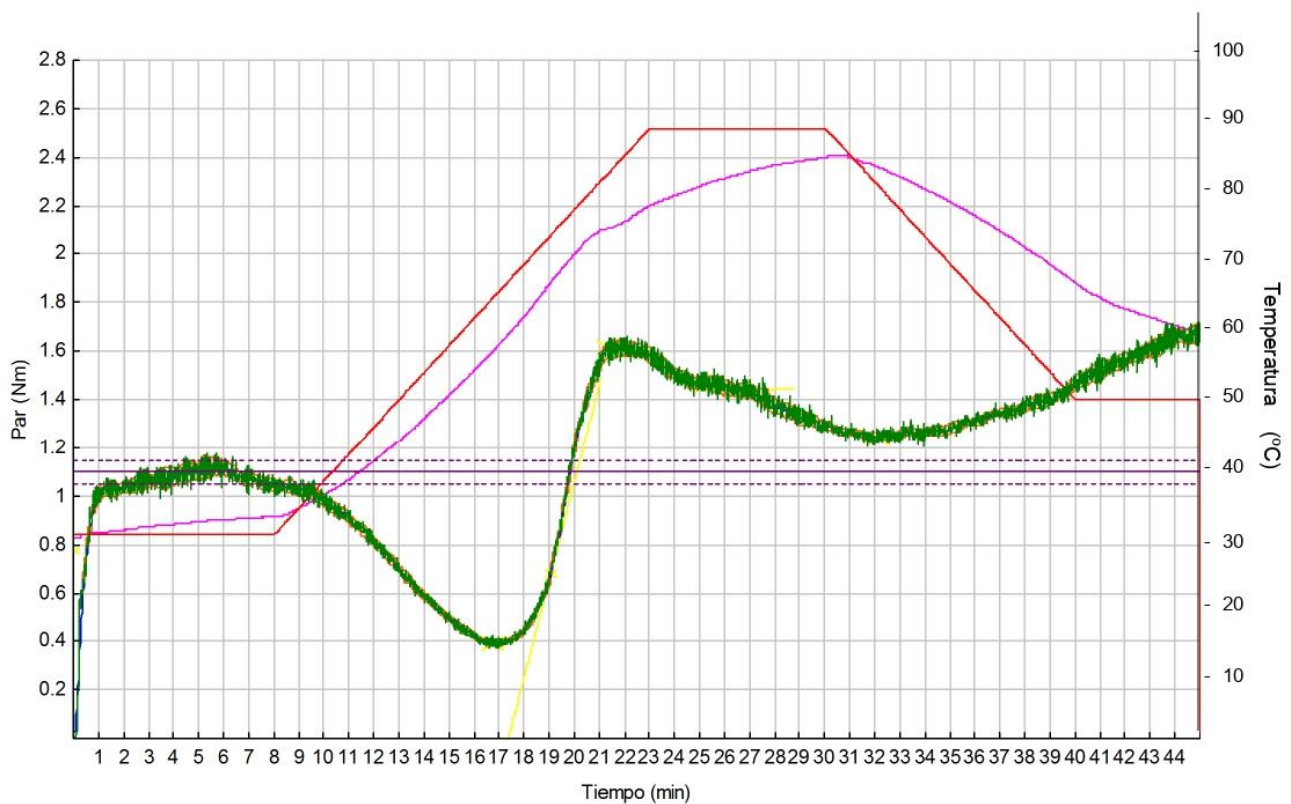
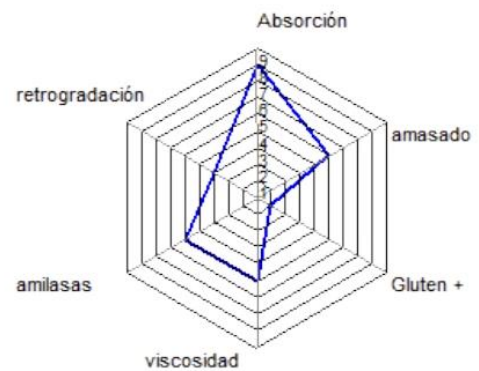
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.102	Nm/min
β :	0.402	Nm/min
γ :	0.002	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.35	1.123	32.1	0.081	9.20
CS	8.00	1.045	32.7		6.73
C2	16.77	0.392	57.1		
C3	21.37	1.615	75.2		
C4	32.10	1.242	84.3		
C5	45.00	1.656	60.0		



Anexo 35. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 2

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R2

Fecha : 23/11/2021 Hora : 07:20

Muestra :

Hydration : 63.0 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Indice: 8-51-443

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

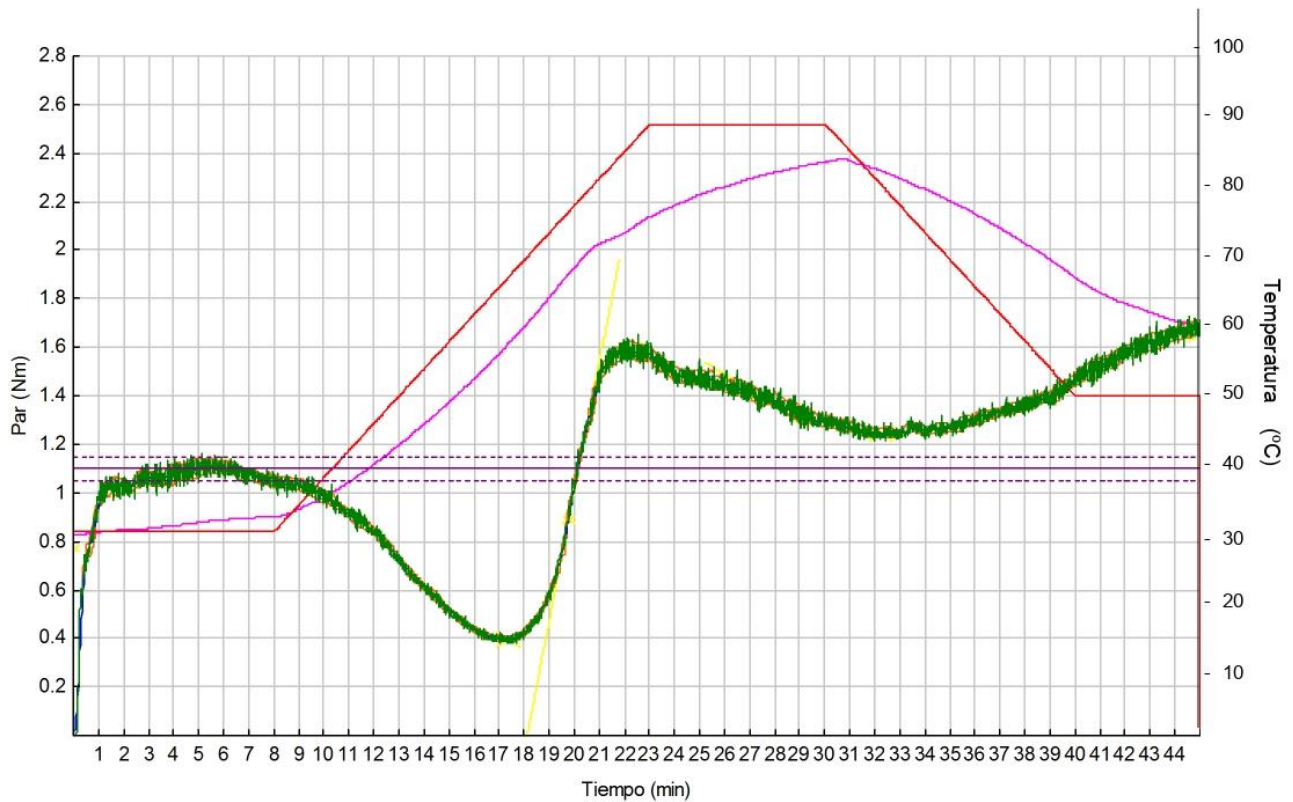
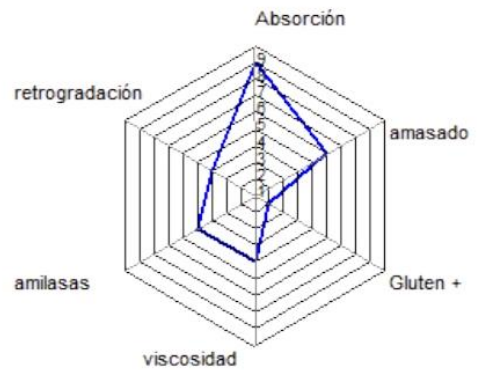
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.114	Nm/min
β :	0.536	Nm/min
γ :	-0.066	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.52	1.113	31.7	0.054	9.40
CS	8.00	1.045	32.2		6.95
C2	17.37	0.396	57.6		
C3	22.22	1.588	74.5		
C4	32.28	1.243	83.1		
C5	45.02	1.655	60.0		



Anexo 36. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 3

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R3

Fecha : 23/11/2021 Hora : 08:38

Muestra :

Hydration : 63.1 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Indice: 8-41-453

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

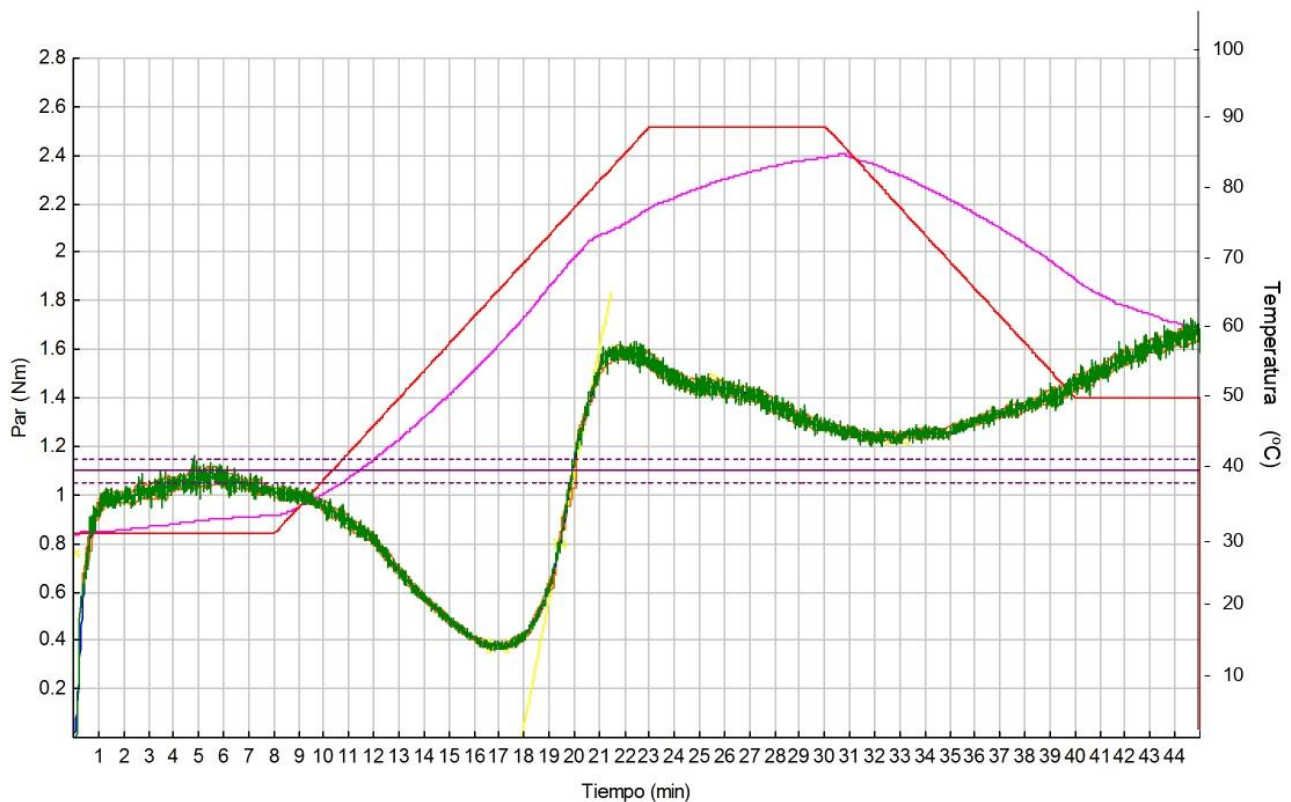
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.138	Nm/min
β :	0.516	Nm/min
γ :	-0.050	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.70	1.084	32.2	0.059	9.20
CS	8.00	1.015	32.7		6.78
C2	16.97	0.376	57.7		
C3	21.95	1.588	75.5		
C4	32.90	1.233	82.9		
C5	45.02	1.648	60.1		



Anexo 37. Mixolab de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 4

TESIS - 85% H TRIGO 15% H PITUCA R4

Fecha : 23/11/2021 Hora : 10:09

Muestra :

Hydration : 63.0 % base 14% (b14)

Contenido de 13.60 %

Indice: 8-42-453

Protocolo : Chopin+

Peso de la masa : 75.0 g

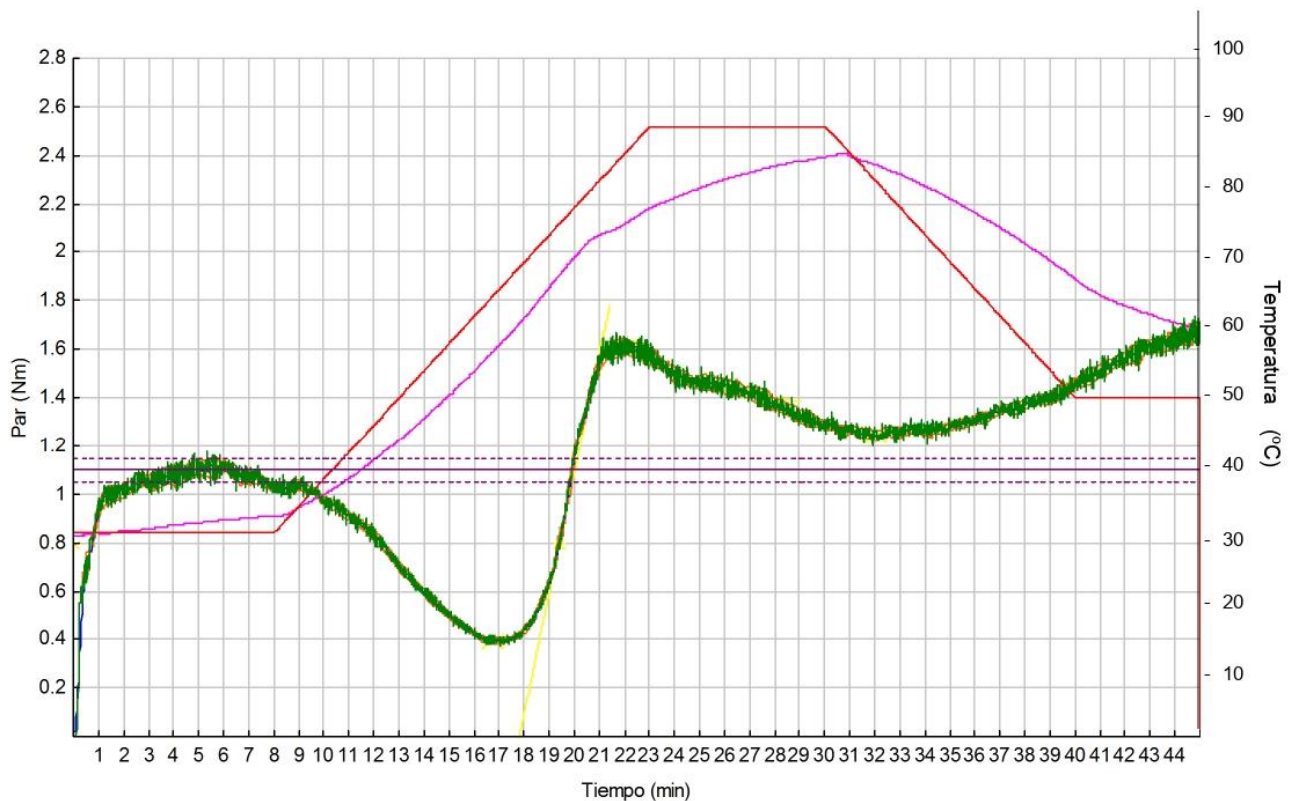
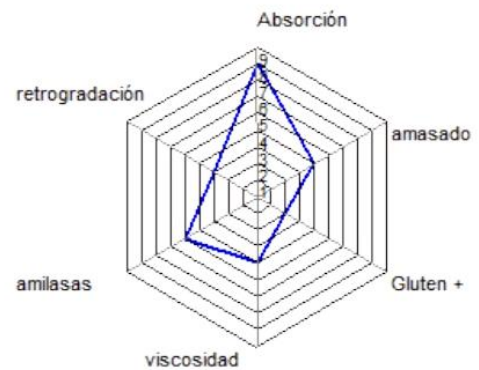
Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

Modo Simulator

α :	-0.120	Nm/min
β :	0.496	Nm/min
γ :	-0.018	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.48	1.117	31.7	0.075	8.80
CS	8.00	1.032	32.4		6.88
C2	16.78	0.393	56.8		
C3	22.05	1.611	75.7		
C4	32.02	1.242	84.4		
C5	45.02	1.651	60.1		



Anexo 38. Alveograma de la harina de trigo, réplica 1

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

ALVEO HC



FECHA : 19/11/21
HORA : 04:27

REFERENCIA MUESTRA : 100HT R1
NOMBRE DE FICHERO : 11190000A121

PARAMETROS

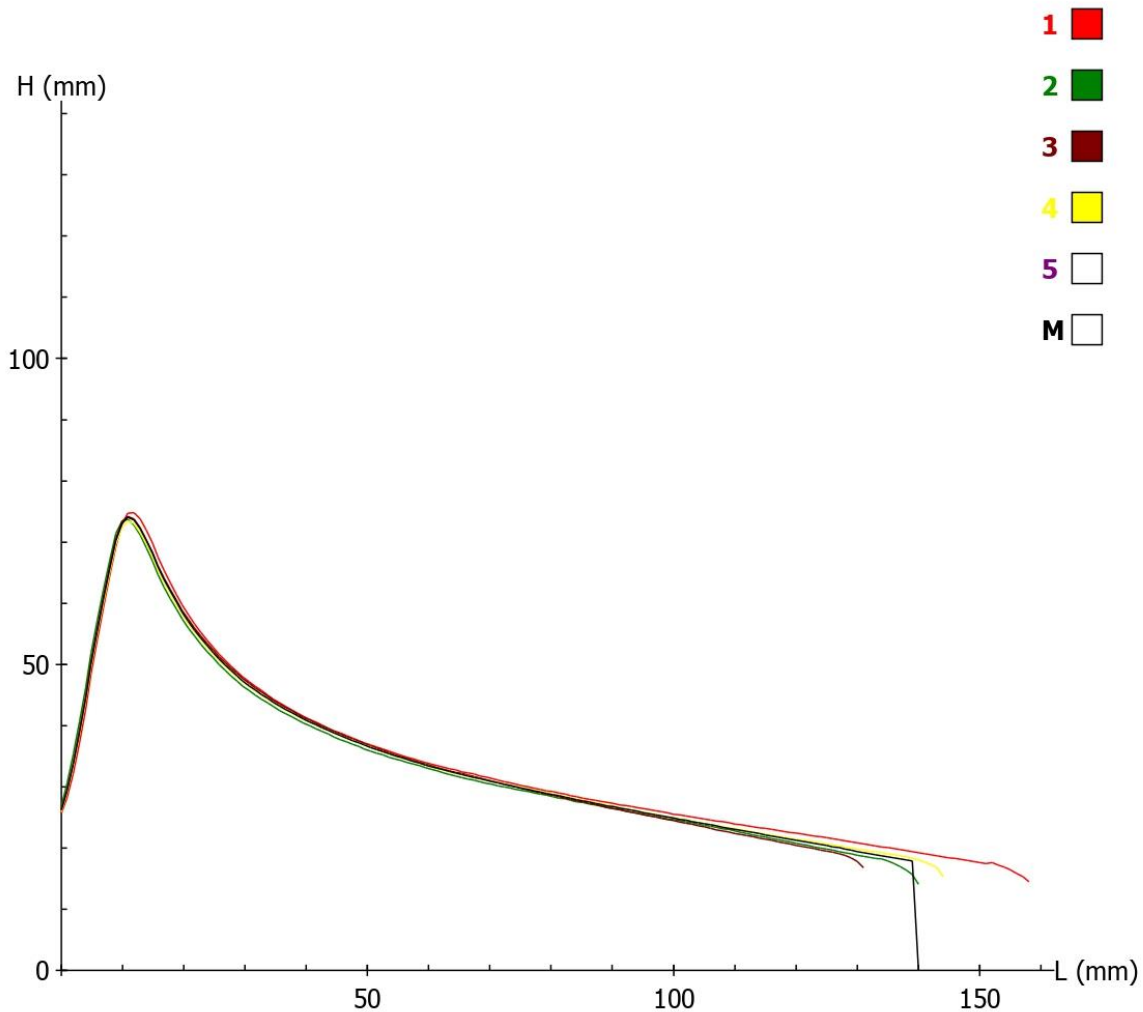
TEMP.LABO	: 24.1 °C	HIGRO.LABO.	: 51.6 %
HARINA	: TRIGO	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.9 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	81 mmH2O
L	=	139 mm
G	=	26.2
W	=	317 10E-4J
P/L	=	0.58
Ie	=	55.8 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
100 H.TRIGO

V:d2.10C



Anexo 39. Alveograma de la harina de trigo, réplica 2

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 19/11/21
HORA : 04:57

ALVEO HC

CHOPIN
TECHNOLOGIES

REFERENCIA MUESTRA : 100HT R2
NOMBRE DE FICHERO : 11190001A121

PARAMETROS

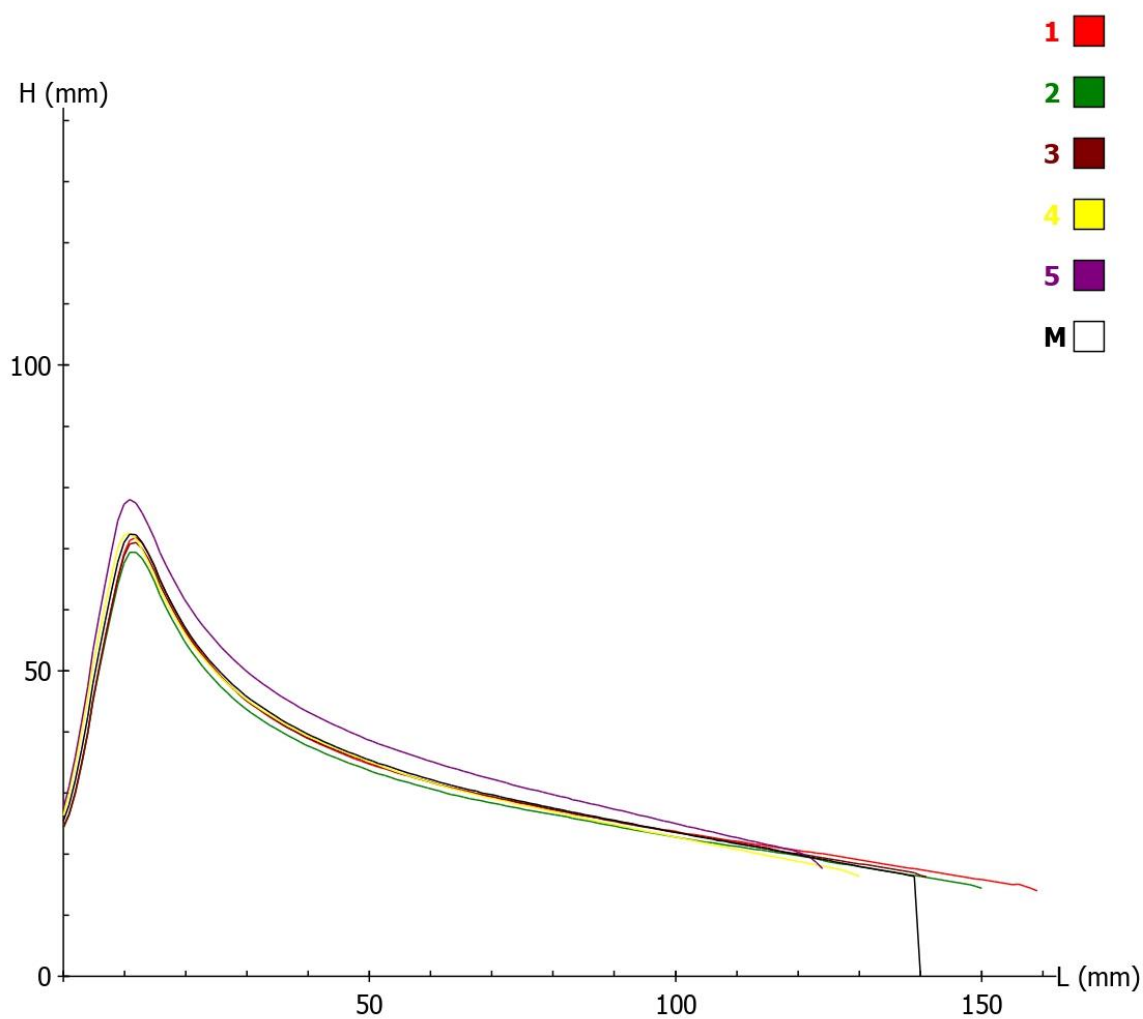
TEMP.LABO	: 24.1 °C	HIGRO.LABO.	: 51.6 %
HARINA	: TRIGO	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.9 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	80 mmH2O
L	=	139 mm
G	=	26.2
W	=	305 10E-4J
P/L	=	0.58
Ie	=	54.8 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
100 H.TRIGO

V:d2.10C



Anexo 40. Alveograma de la harina de trigo, réplica 3

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

ALVEO HC



FECHA : 19/11/21
HORA : 05:16

REFERENCIA MUESTRA : 100HT R3
NOMBRE DE FICHERO : 11190002A121

PARAMETROS

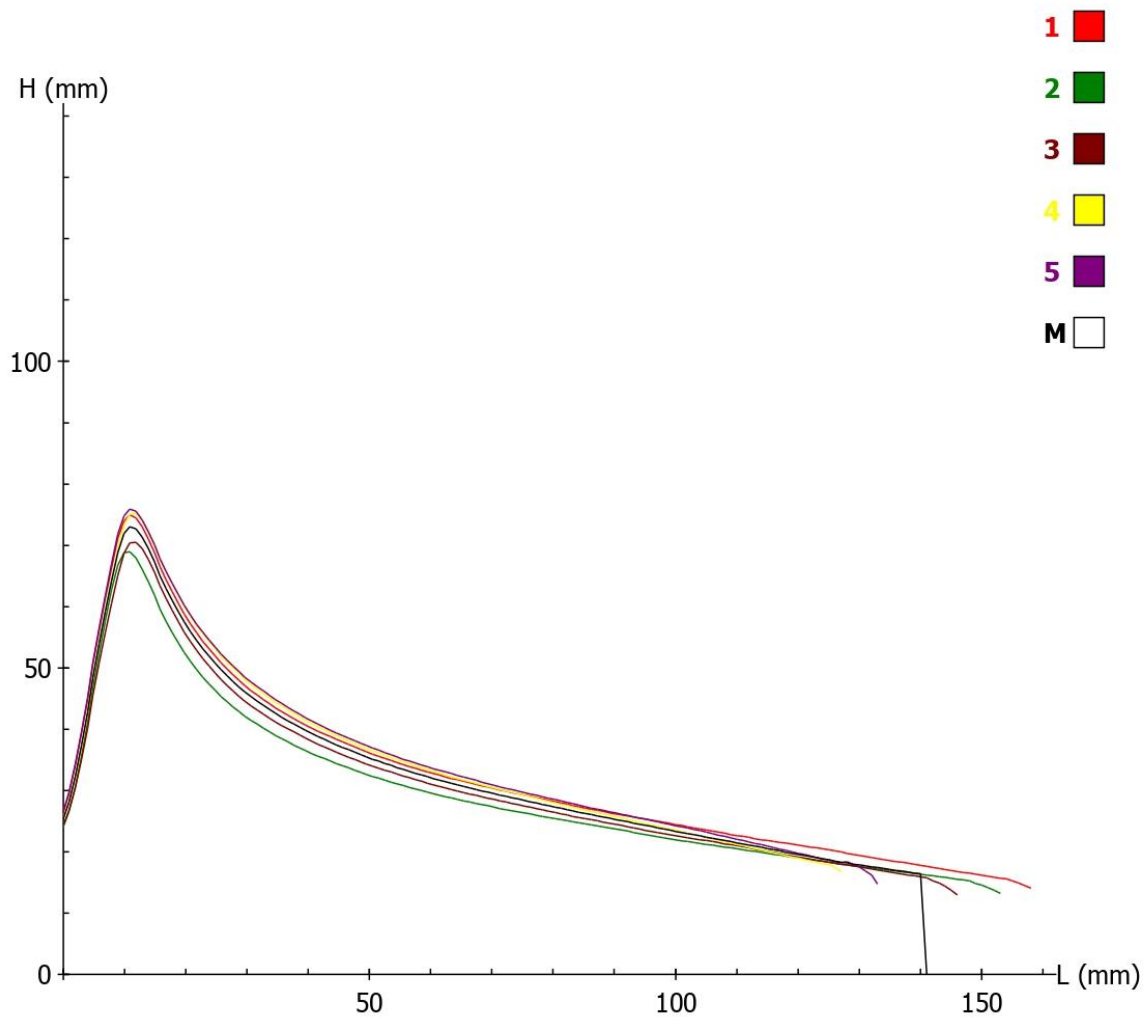
TEMP.LABO	: 24.1 °C	HIGRO.LABO.	: 51.6 %
HARINA	: TRIGO	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.9 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	80 mmH2O
L	=	140 mm
G	=	26.3
W	=	306 10E-4J
P/L	=	0.57
Ie	=	54.7 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
100 H.TRIGO

V:d2.10C



Anexo 41. Alveograma de la harina de trigo, réplica 4

ALVEOLINK NG

ALVEO HC



SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 19/11/21
HORA : 05:42

REFERENCIA MUESTRA : 100HT R4
NOMBRE DE FICHERO : 11190003A121

PARAMETROS

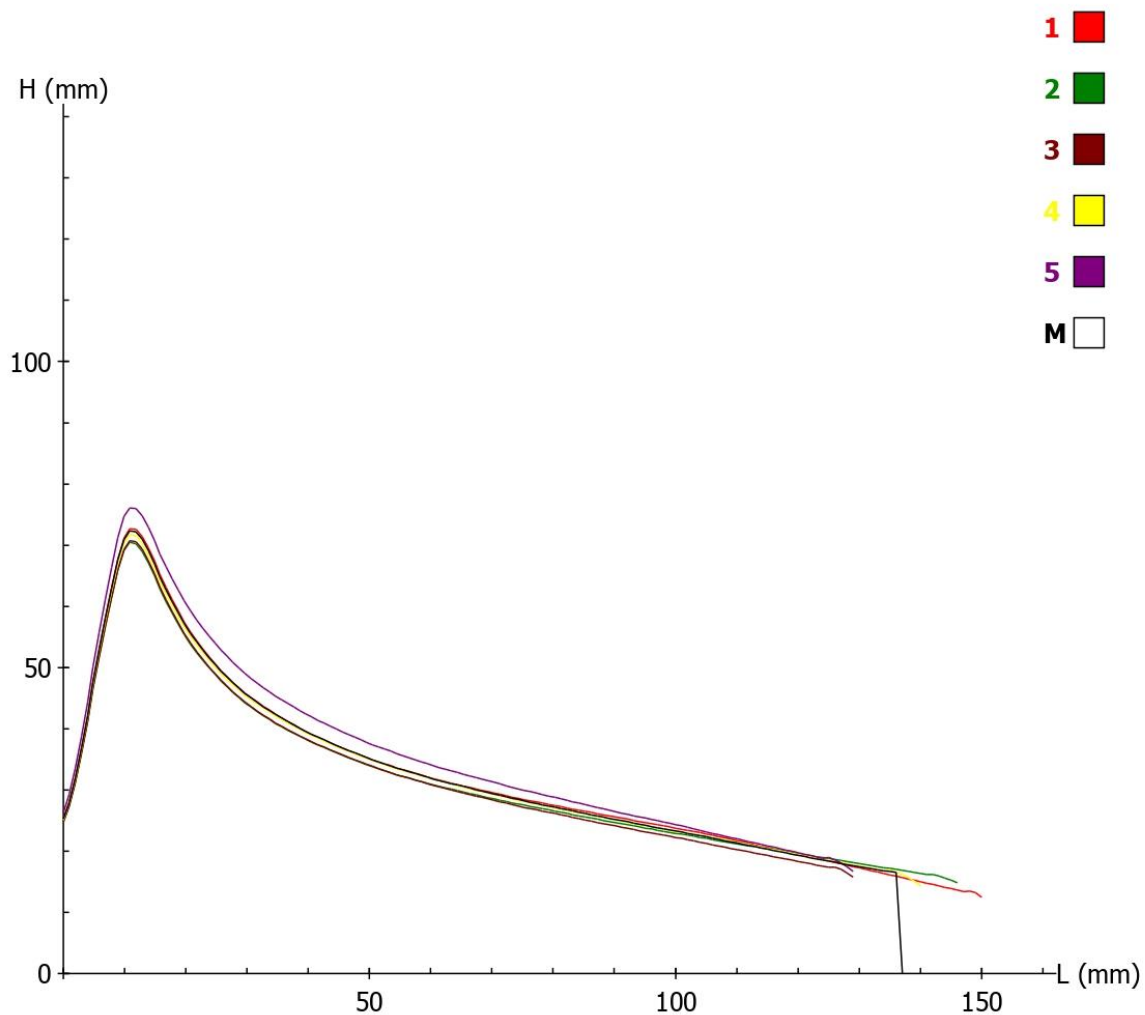
TEMP.LABO	: 24.1 °C	HIGRO.LABO.	: 51.6 %
HARINA	: TRIGO	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.9 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	80 mmH2O
L	=	136 mm
G	=	26
W	=	299 10E-4J
P/L	=	0.59
Ie	=	54.4 %
W (0)	=	0 10E-4J

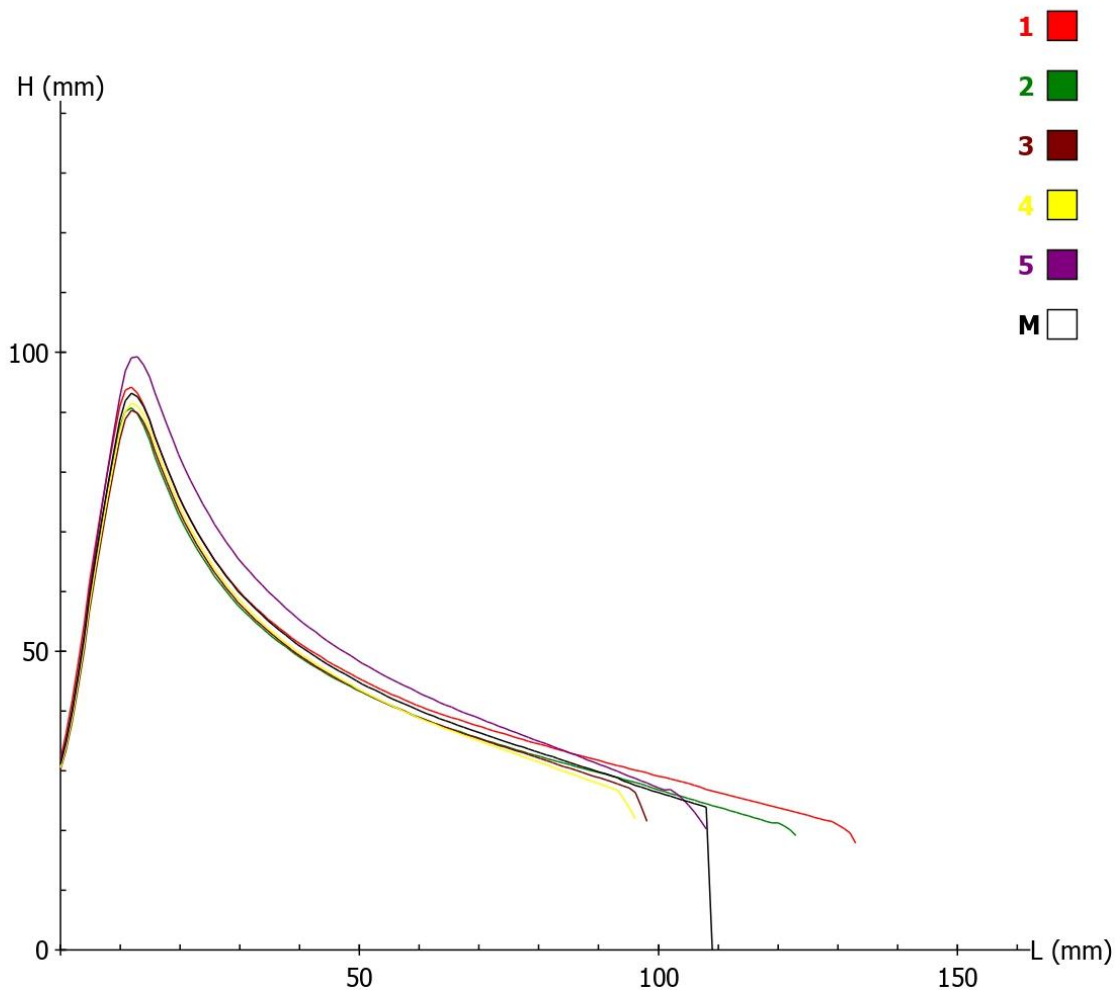
COMENTARIOS
100 H.TRIGO

V:d2.10C



Anexo 42. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 1

ALVEOLINK NG		ALVEO HC	CHOPIN TECHNOLOGIES
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLENEUVE LA GARENNE			
FECHA : 20/11/21	REFERENCIA MUESTRA : 95HT 5HP R1		
HORA : 00:19	NOMBRE DE FICHERO : 11200000A121		
PARAMETROS TEMP.LABO : 25 °C HIGRO.LABO. : 52.8 % HARINA : MEZCLA MOLINO : HUMEDAD : 13.8 % I.CAIDA : PROTEINAS : ABSORCION : A.D. : EXTRAC. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :		RESULTADOS P = 102 mmH2O L = 109 mm G = 23.2 W = 334 10E-4J P/L = 0.94 Ie = 55.2 % W (0) = 0 10E-4J	
COMENTARIOS 95 H.TRIGO 5 H.PITUCA			
V:d2.10C			



Anexo 43. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 2

ALVEOLINK NG

ALVEO HC



SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 00:57

REFERENCIA MUESTRA : 95HT 5HP R2
NOMBRE DE FICHERO : 11200001A121

PARAMETROS

TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.8 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

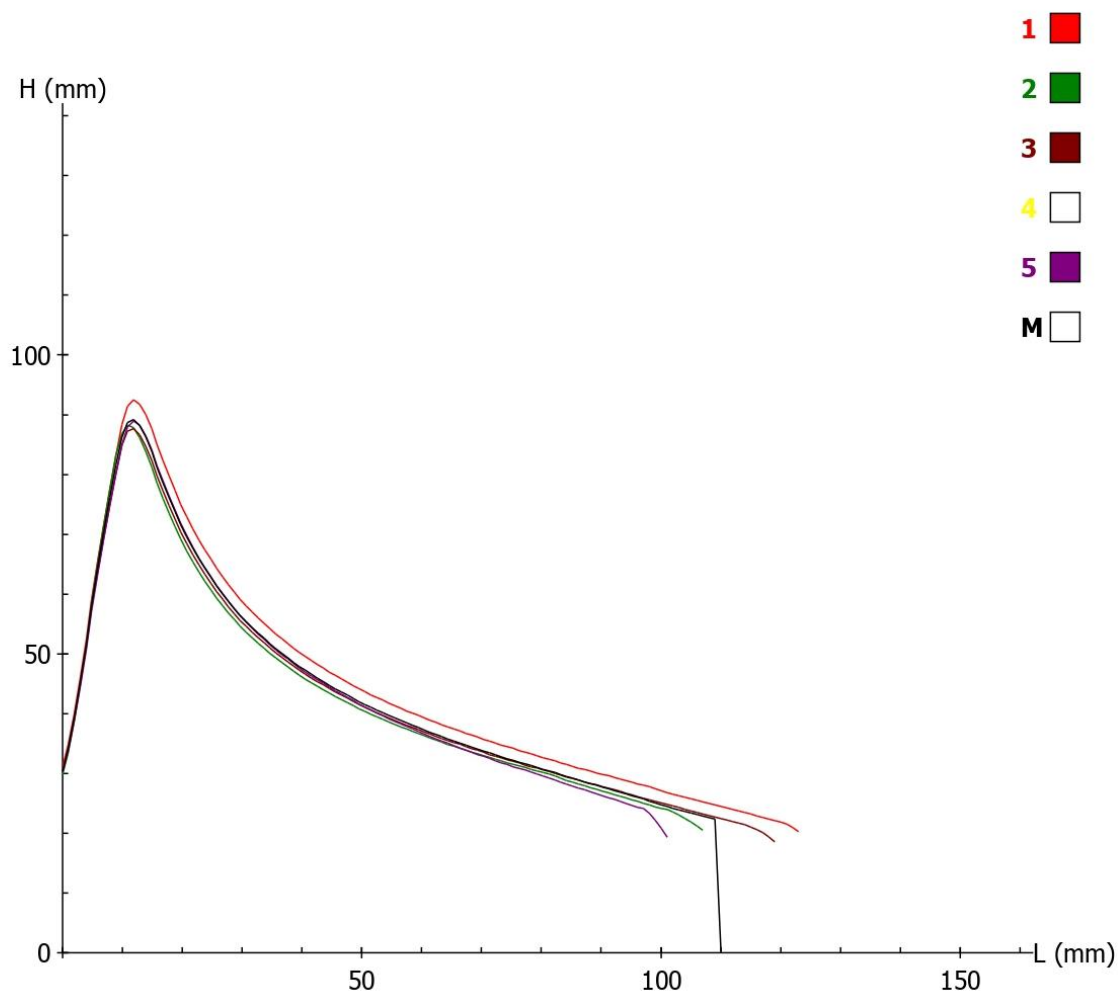
RESULTADOS

P	=	98 mmH2O
L	=	109 mm
G	=	23.2
W	=	316 10E-4J
P/L	=	0.9
Ie	=	53.8 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS

95 H.TRIGO
5 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 44. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 3

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 01:36

ALVEO HC



REFERENCIA MUESTRA : 95HT 5HP R3
NOMBRE DE FICHERO : 11200002A121

PARAMETROS

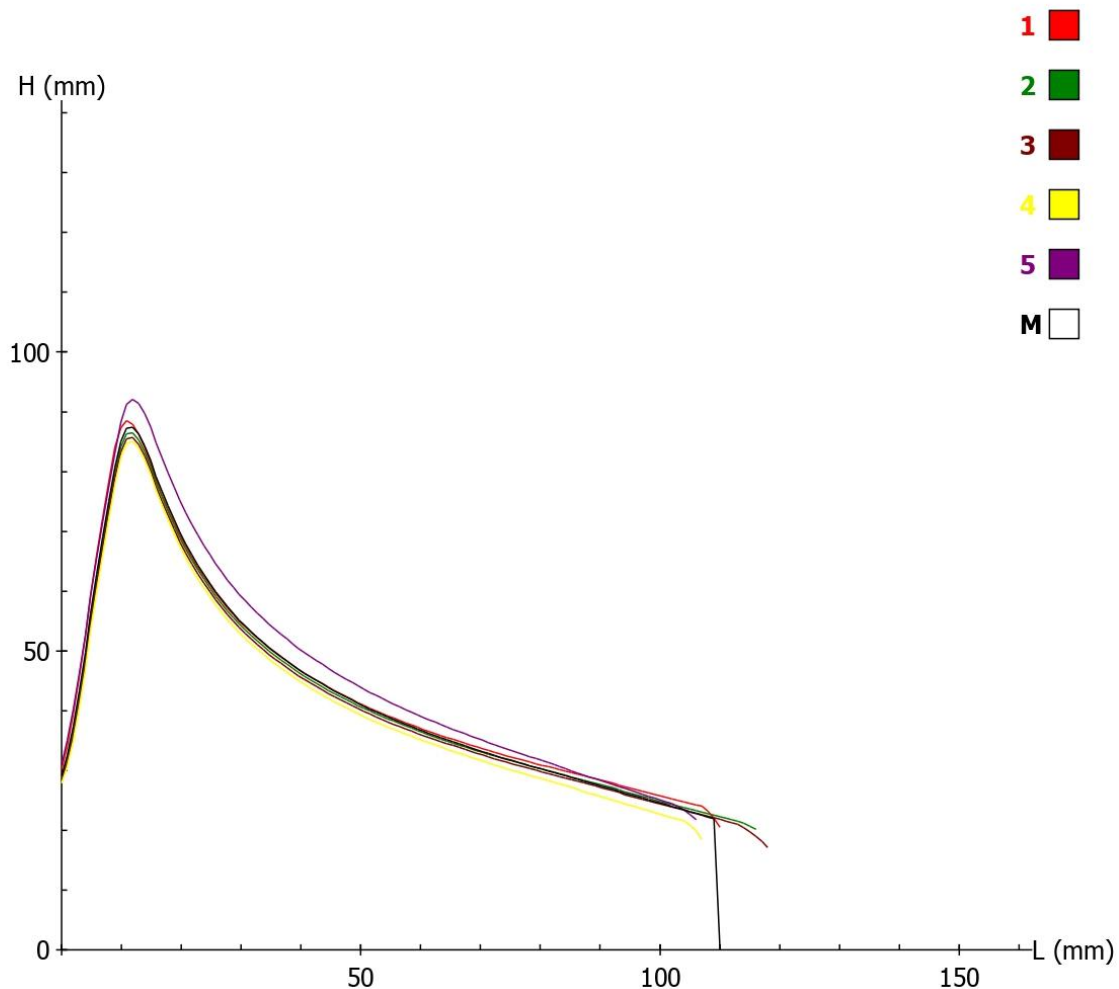
TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.85 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	96 mmH ₂ O
L	=	109 mm
G	=	23.2
W	=	310 10E-4J
P/L	=	0.88
Ie	=	53.8 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
95 H.TRIGO
5 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 45. Alveograma de la mezcla de 95% de harina de trigo y 5% de harina de pituca, réplica 4

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 02:02

ALVEO HC

CHOPIN
TECHNOLOGIES

REFERENCIA MUESTRA : 95HT 5HP R4
NOMBRE DE FICHERO : 11200003A121

PARAMETROS

TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.8 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

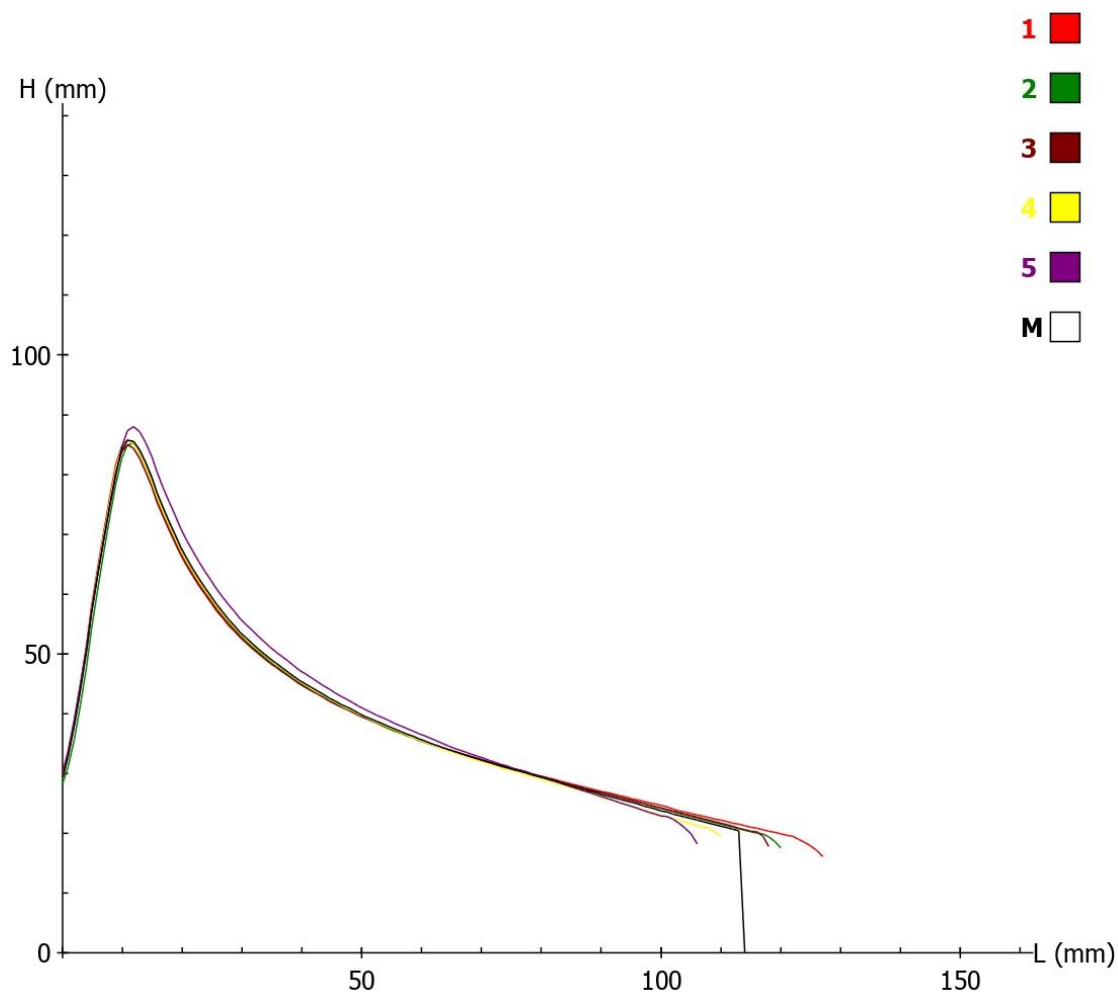
RESULTADOS

P	= 94 mmH2O
L	= 114 mm
G	= 23.8
W	= 308 10E-4J
P/L	= 0.82
Ie	= 53.4 %
W (0)	= 0 10E-4J

COMENTARIOS

95 H.TRIGO
5 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 46. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 1

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 02:43

ALVEO HC



REFERENCIA MUESTRA : 90HT 10HP R1
NOMBRE DE FICHERO : 11200004A121

PARAMETROS

TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.7 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

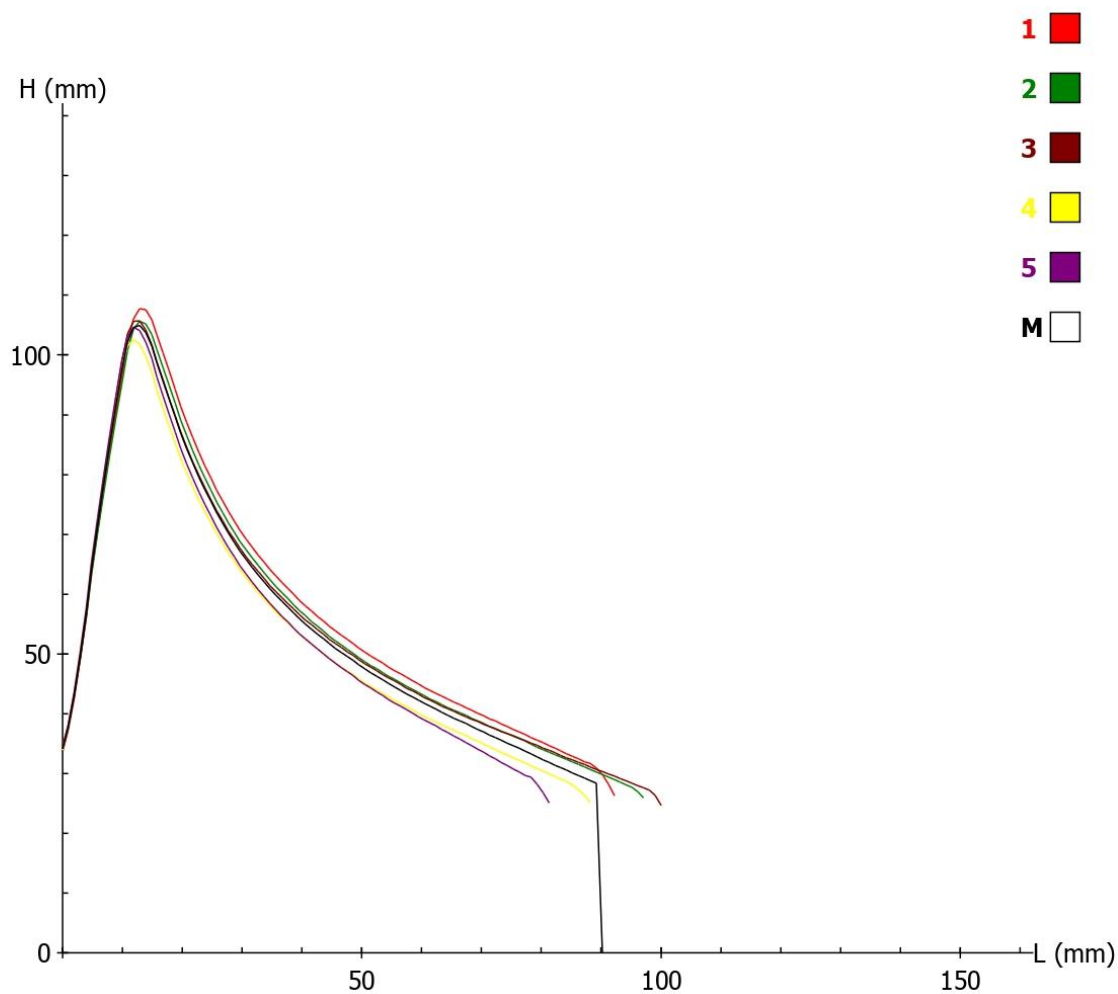
RESULTADOS

P	=	115 mmH2O
L	=	90 mm
G	=	21.1
W	=	326 10E-4J
P/L	=	1.28
Ie	=	53.5 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS

90 H.TRIGO
10 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 47. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 2

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 03:18

ALVEO HC

CHOPIN
TECHNOLOGIES

REFERENCIA MUESTRA : 90HT 10HP R2
NOMBRE DE FICHERO : 11200005A121

PARAMETROS

TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.7 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

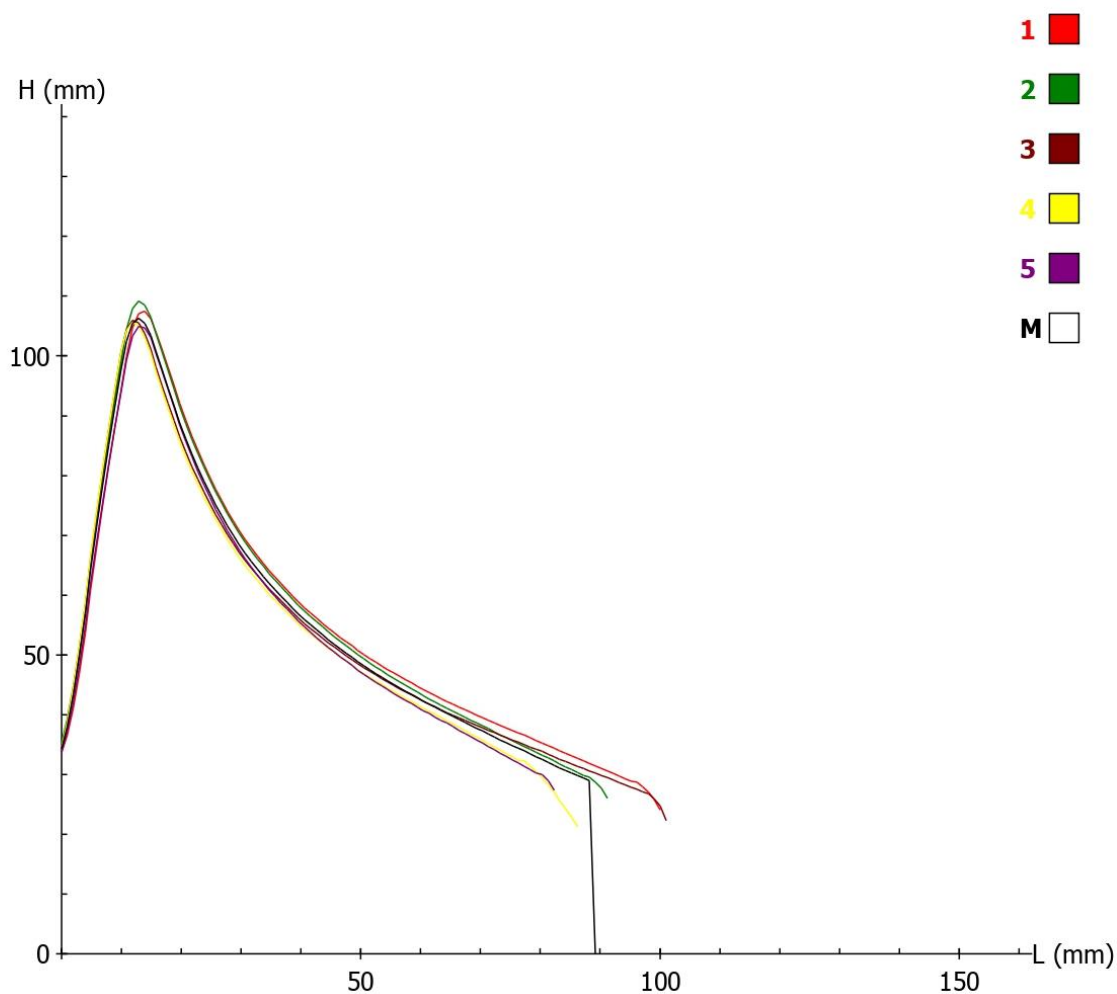
RESULTADOS

P	=	117 mmH2O
L	=	89 mm
G	=	21
W	=	328 10E-4J
P/L	=	1.31
Ie	=	53.4 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS

90 H.TRIGO
10 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 48. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 3

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 03:46

ALVEO HC



REFERENCIA MUESTRA : 90HT 10HP R3
NOMBRE DE FICHERO : 11200006A121

PARAMETROS

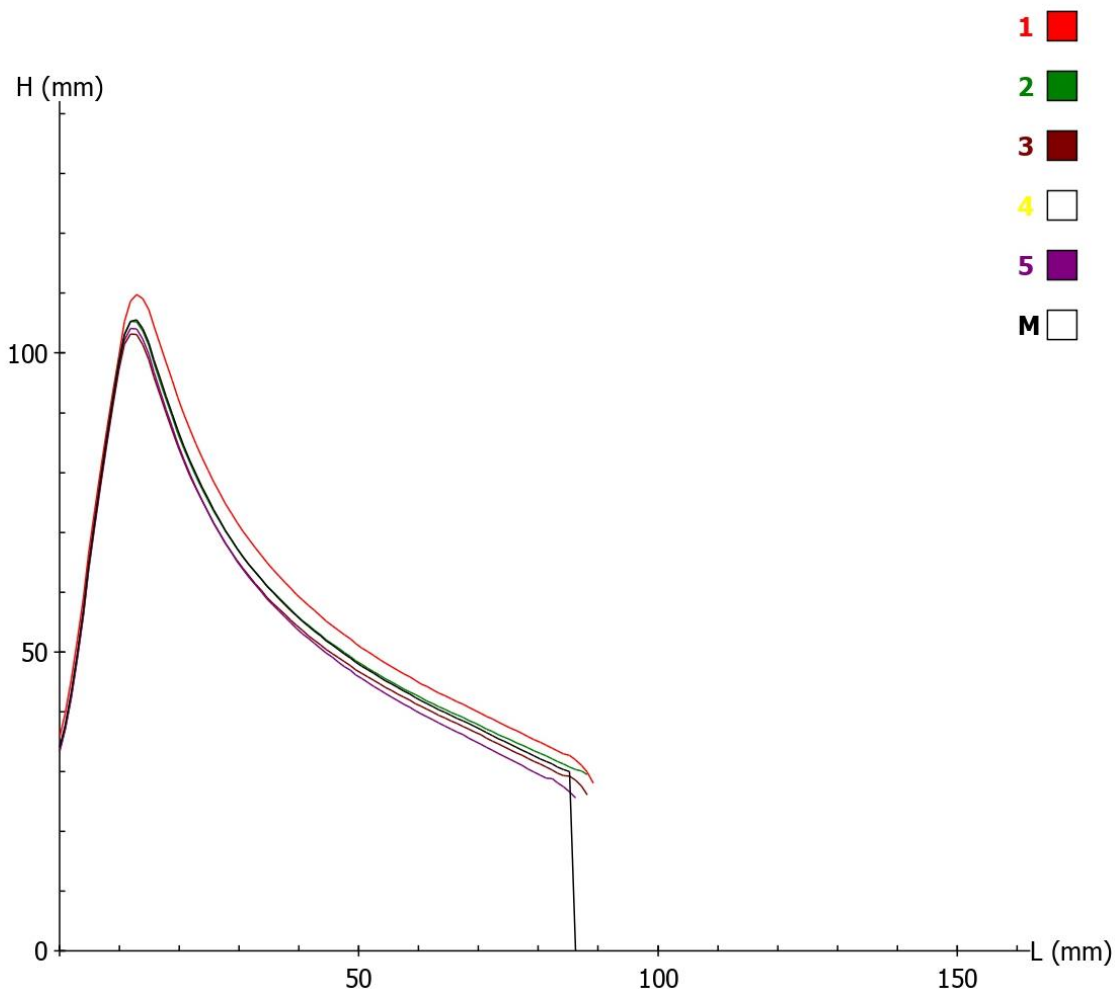
TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.7 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	116 mmH2O
L	=	86 mm
G	=	20.6
W	=	319 10E-4J
P/L	=	1.35
Ie	=	53.2 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
90 H.TRIGO
10 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 49. Alveograma de la mezcla de 90% de harina de trigo y 10% de harina de pituca, réplica 4

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 04:22

ALVEO HC



REFERENCIA MUESTRA : 90HT 10HP R4
NOMBRE DE FICHERO : 11200007A121

PARAMETROS

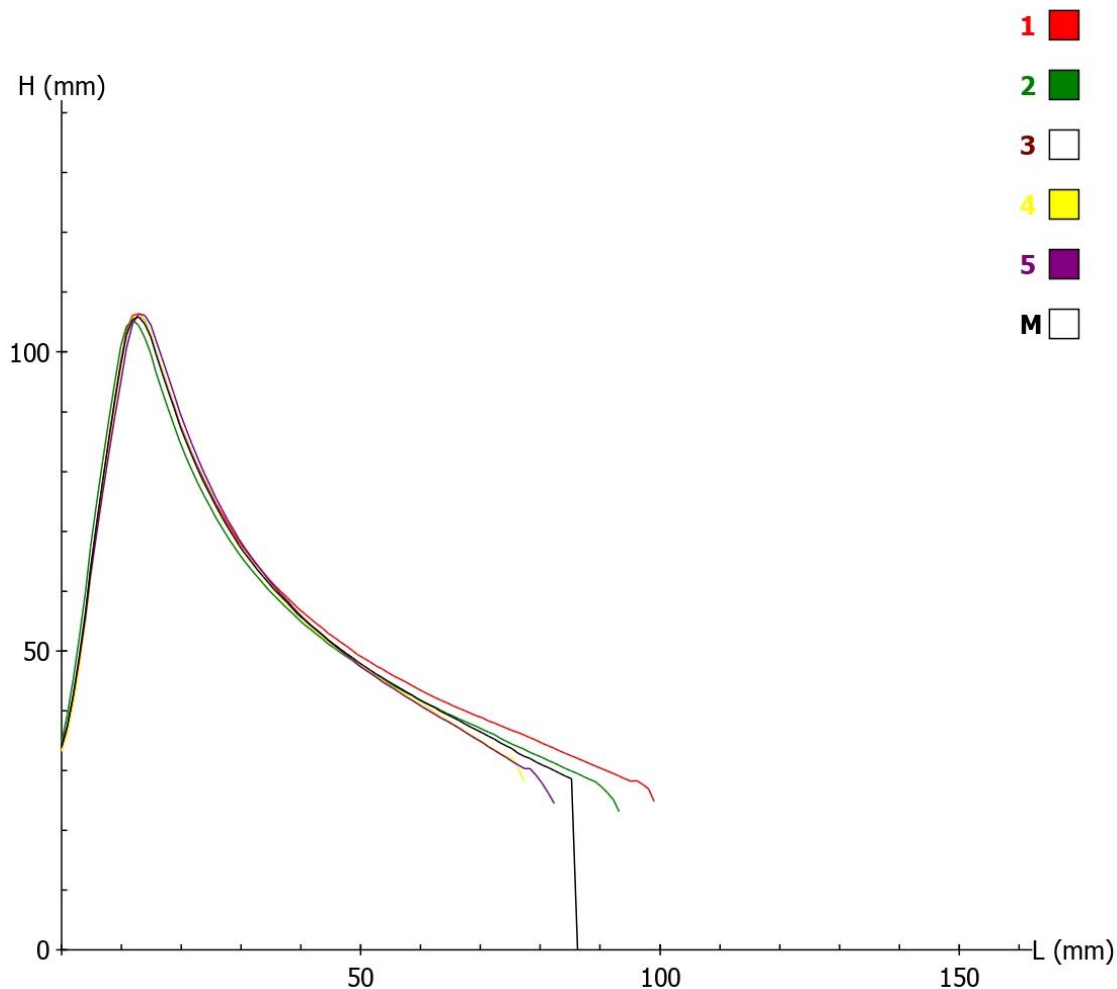
TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.7 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	116 mmH2O
L	=	86 mm
G	=	20.6
W	=	318 10E-4J
P/L	=	1.35
Ie	=	53.2 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
90 H.TRIGO
10 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 50. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 1

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 04:56

ALVEO HC



REFERENCIA MUESTRA : 85HT 15HP R1
NOMBRE DE FICHERO : 11200008A121

PARAMETROS

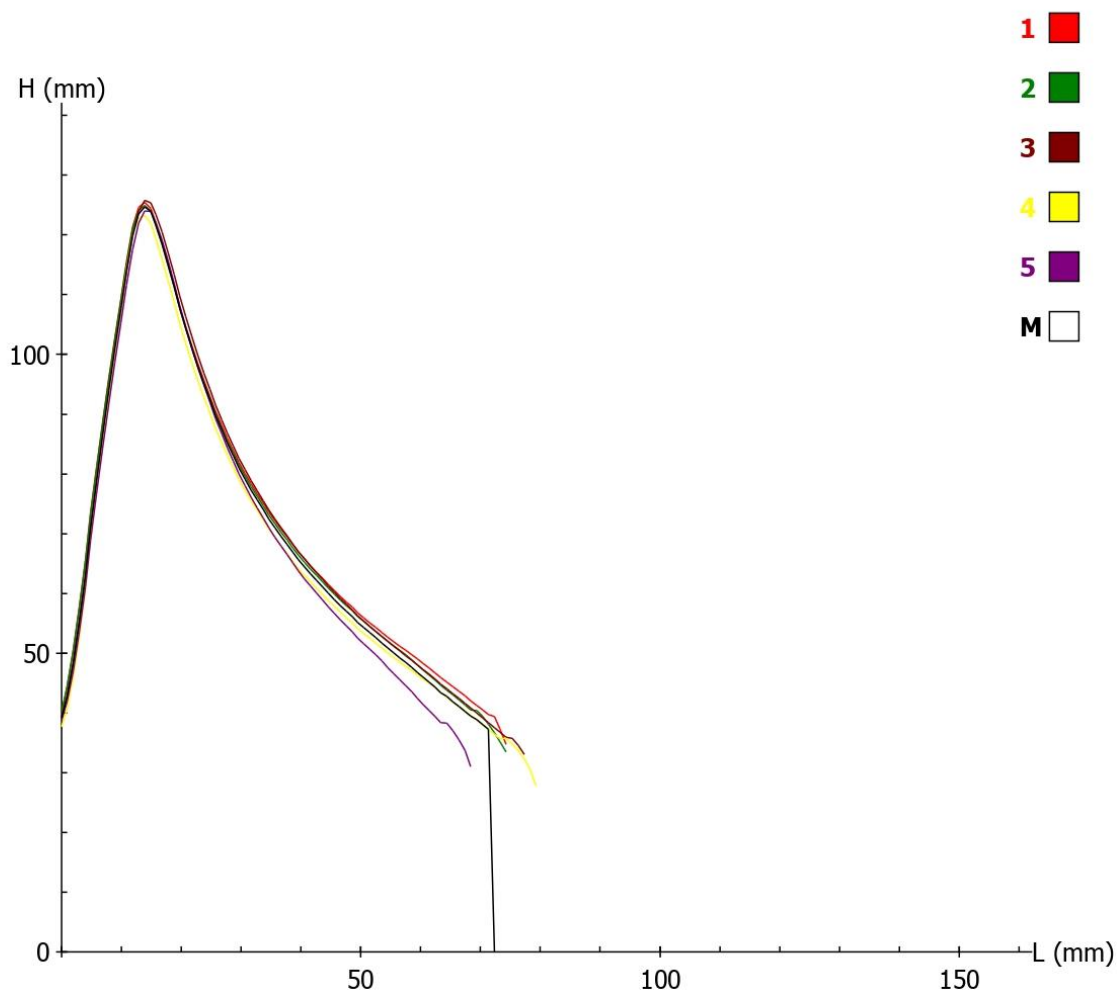
TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.6 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	137 mmH2O
L	=	72 mm
G	=	18.9
W	=	335 10E-4J
P/L	=	1.9
Ie	=	52.7 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
85 H.TRIGO
15 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 51. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 2

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 05:22

ALVEO HC

CHOPIN
TECHNOLOGIES

REFERENCIA MUESTRA : 85HT 15HP R2
NOMBRE DE FICHERO : 11200009A121

PARAMETROS

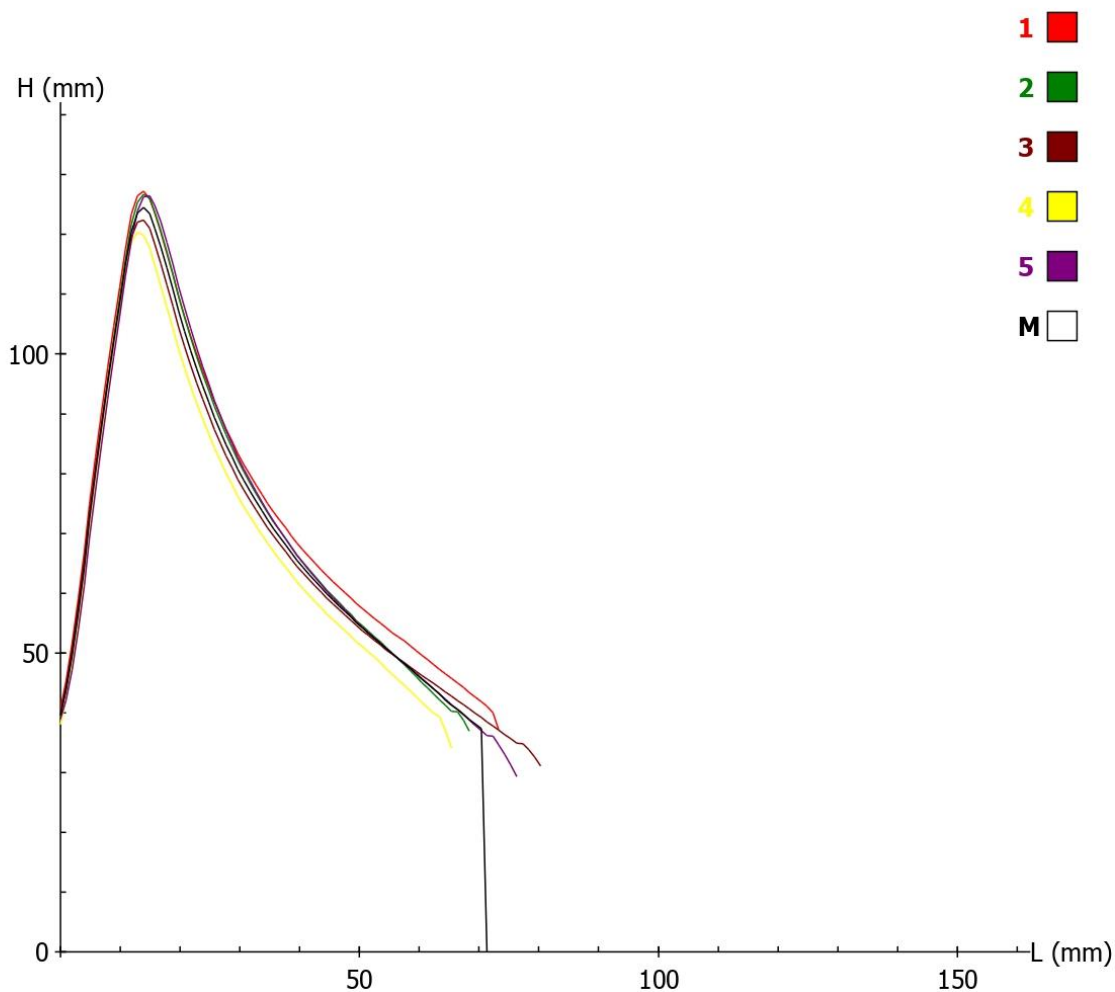
TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.6 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELENY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	137 mmH2O
L	=	71 mm
G	=	18.8
W	=	332 10E-4J
P/L	=	1.93
Ie	=	52.6 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
85 H.TRIGO
15 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 52. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 3

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 05:55

ALVEO HC



REFERENCIA MUESTRA : 85HT 15HP R3
NOMBRE DE FICHERO : 11200010A121

PARAMETROS

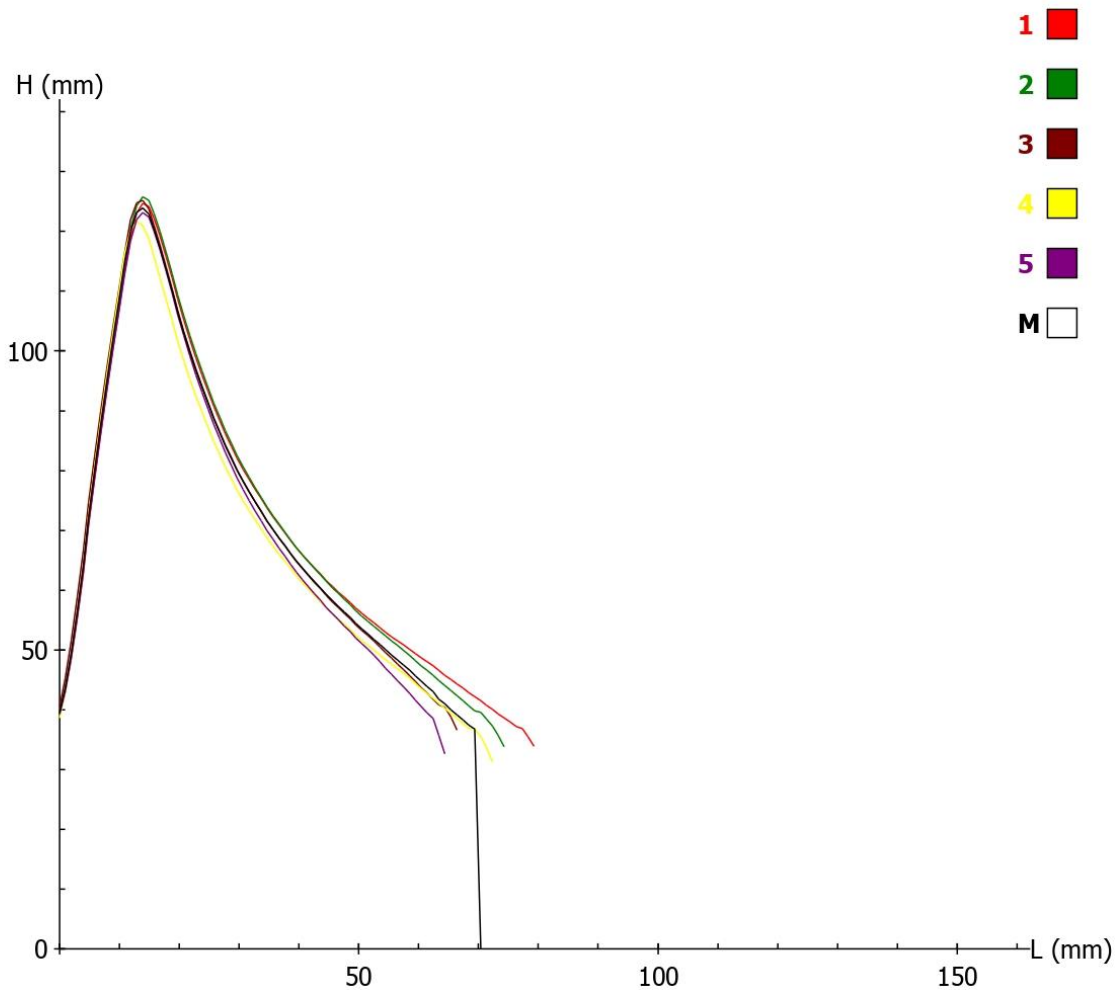
TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.6 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

RESULTADOS

P	=	136 mmH2O
L	=	70 mm
G	=	18.6
W	=	327 10E-4J
P/L	=	1.94
Ie	=	52.5 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS
85 H.TRIGO
15 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 53. Alveograma de la mezcla de 85% de harina de trigo y 15% de harina de pituca, réplica 4

ALVEOLINK NG

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 20/11/21
HORA : 06:21

ALVEO HC

CHOPIN
TECHNOLOGIES

REFERENCIA MUESTRA : 85HT 15HP R4
NOMBRE DE FICHERO : 11200011A121

PARAMETROS

TEMP.LABO	: 25 °C	HIGRO.LABO.	: 52.8 %
HARINA	: MEZCLA	MOLINO	:
HUMEDAD	: 13.6 %	I.CAIDA	:
PROTEINAS	:	ABSORCION	:
A.D.	:	EXTRAC.	:
ZELNY	:		
CENIZAS	:		
GLUTEN	:		

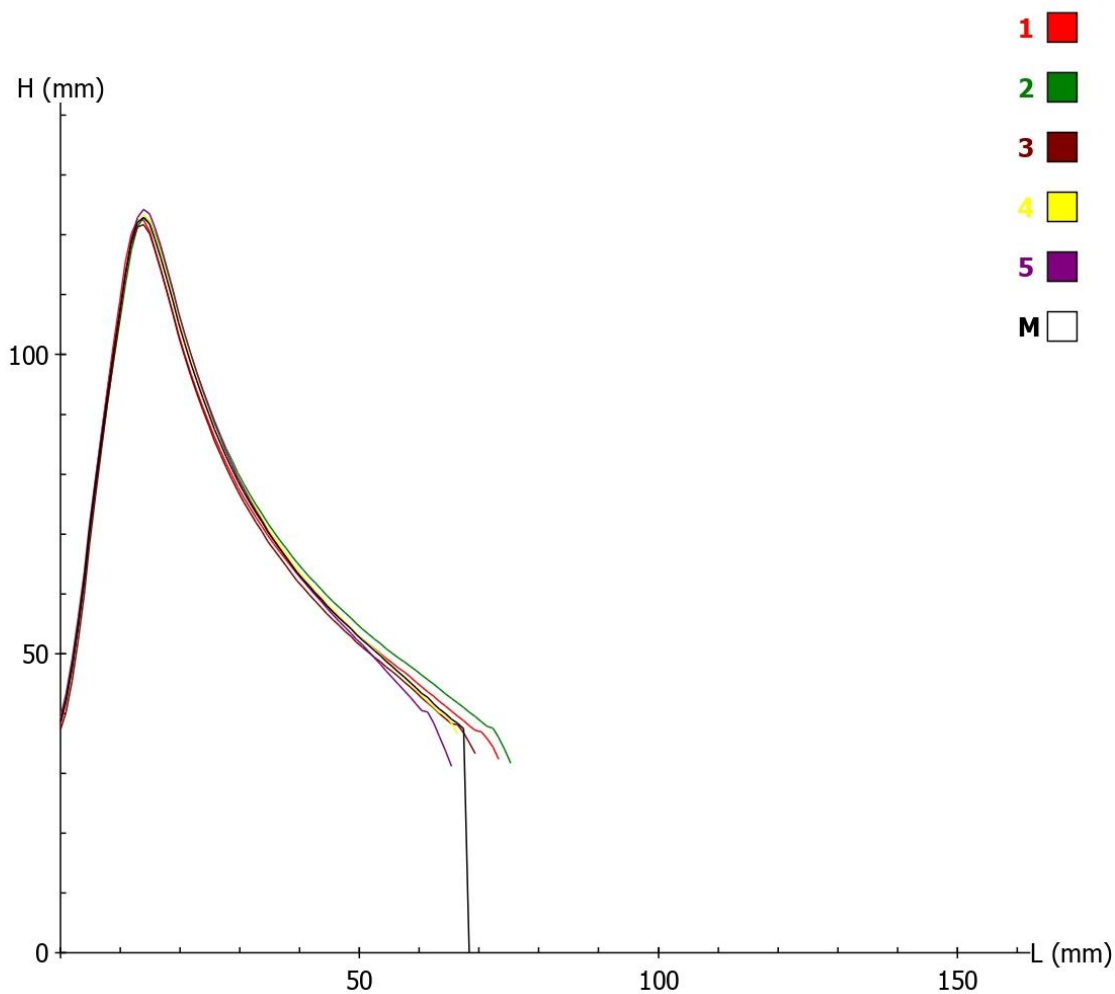
RESULTADOS

P	=	135 mmH2O
L	=	68 mm
G	=	18.4
W	=	316 10E-4J
P/L	=	1.99
Ie	=	51.9 %
W (0)	=	0 10E-4J

COMENTARIOS

85 H.TRIGO
15 H.PITUCA

V:d2.10C



Anexo 54. Análisis estadístico de las humedades de las mezclas de harinas de trigo y de pituca

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.185469	0.061823	153.76	0.000
Error	12	0.004825	0.000402		
Total	15	0.190294			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0200520	97.46%	96.83%	95.49%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	13.9100	0.0216	(13.8882; 13.9318)
5% H. Pituca	4	13.8225	0.0222	(13.8007; 13.8443)
10% H. Pituca	4	13.7225	0.0222	(13.7007; 13.7443)
15% H. Pituca	4	13.6225	0.0126	(13.6007; 13.6443)

Desv.Est. agrupada = 0.0200520

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	13.9100	A
5% H. Pituca	4	13.8225	B
10% H. Pituca	4	13.7225	C
15% H. Pituca	4	13.6225	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 55. Análisis estadístico del gluten húmedo de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	58.1577	19.3859	1833.54	0.000
Error	12	0.1269	0.0106		
Total	15	58.2845			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.102825	99.78%	99.73% 99.61%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	36.3575	0.0854	(36.2455; 36.4695)
5% H. Pituca	4	34.6450	0.0557	(34.5330; 34.7570)
10% H. Pituca	4	32.9450	0.0714	(32.8330; 33.0570)
15% H. Pituca	4	31.2400	0.1637	(31.1280; 31.3520)

Desv.Est. agrupada = 0.102825

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	36.3575	A
5% H. Pituca	4	34.6450	B
10% H. Pituca	4	32.9450	C
15% H. Pituca	4	31.2400	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 56. Análisis estadístico del gluten seco de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia α	= 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	5.77372	1.92457	380.79	0.000
Error	12	0.06065	0.00505		
Total	15	5.83437			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0710927	98.96%	98.70% 98.15%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	12.2500	0.0883	(12.1726; 12.3274)
5% H. Pituca	4	11.9075	0.0377	(11.8301; 11.9849)
10% H. Pituca	4	11.4625	0.0602	(11.3851; 11.5399)
15% H. Pituca	4	10.6450	0.0858	(10.5676; 10.7224)

Desv.Est. agrupada = 0.0710927

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	12.2500	A
5% H. Pituca	4	11.9075	B
10% H. Pituca	4	11.4625	C
15% H. Pituca	4	10.6450	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 57. Análisis estadístico del índice gluten de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca
--------	---	-----------------------------------------------------------

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	24.90	8.300	6.86	0.006
Error	12	14.51	1.209		
Total	15	39.41			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	1.09964	63.18%	53.98% 34.54%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	90.170	1.047	(88.972; 91.368)
5% H. Pituca	4	91.308	1.114	(90.110; 92.505)
10% H. Pituca	4	89.930	1.020	(88.732; 91.128)
15% H. Pituca	4	93.088	1.208	(91.890; 94.285)

Desv.Est. agrupada = 1.09964

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	93.088	A
5% H. Pituca	4	91.308	B
100% H. Trigo	4	90.170	B
10% H. Pituca	4	89.930	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 58. Análisis estadístico de las cenizas de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia α	= 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.546219	0.182073	2648.33	0.000
Error	12	0.000825	0.000069		
Total	15	0.547044			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0082916	99.85%	99.81% 99.73%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	0.43000	0.00816	(0.42097; 0.43903)
5% H. Pituca	4	0.59750	0.00500	(0.58847; 0.60653)
10% H. Pituca	4	0.75750	0.00957	(0.74847; 0.76653)
15% H. Pituca	4	0.92750	0.00957	(0.91847; 0.93653)

Desv.Est. agrupada = 0.00829156

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	0.92750	A
10% H. Pituca	4	0.75750	B
5% H. Pituca	4	0.59750	C
100% H. Trigo	4	0.43000	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 59. Análisis estadístico de la acidez de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	0.001256	0.000419	24.41	0.000
Error	12	0.000206	0.000017		
Total	15	0.001461			

Resumen del modelo

	S R-cuad. (ajustado)	R-cuad.	R-cuad. (pred)
	0.0041408	85.92%	82.40% 74.97%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	0.06300	0.00408	(0.05849; 0.06751)
5% H. Pituca	4	0.06900	0.00200	(0.06449; 0.07351)
10% H. Pituca	4	0.07950	0.00500	(0.07499; 0.08401)
15% H. Pituca	4	0.08575	0.00479	(0.08124; 0.09026)

Desv.Est. agrupada = 0.00414075

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	0.08575	A
10% H. Pituca	4	0.07950	A
5% H. Pituca	4	0.06900	B
100% H. Trigo	4	0.06300	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 60. Análisis estadístico del almidón dañado de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.82687	0.275625	33.92	0.000
Error	12	0.09750	0.008125		
Total	15	0.92437			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0901388	89.45%	86.82% 81.25%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	18.8250	0.0957	(18.7268; 18.9232)
5% H. Pituca	4	18.6000	0.0816	(18.5018; 18.6982)
10% H. Pituca	4	18.4500	0.0577	(18.3518; 18.5482)
15% H. Pituca	4	18.2000	0.1155	(18.1018; 18.2982)

Desv.Est. agrupada = 0.0901388

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	18.8250	A
5% H. Pituca	4	18.6000	B
10% H. Pituca	4	18.4500	B
15% H. Pituca	4	18.2000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 61. Análisis estadístico del número de caída de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	4930.0	1643.33	134.15	0.000
Error	12	147.0	12.25		
Total	15	5077.0			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3.5	97.10%	94.85%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	394.25	3.30	(390.44; 398.06)
5% H. Pituca	4	418.750	1.258	(414.937; 422.563)
10% H. Pituca	4	427.25	2.06	(423.44; 431.06)
15% H. Pituca	4	442.75	5.68	(438.94; 446.56)

Desv.Est. agrupada = 3.5

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	442.75	A
10% H. Pituca	4	427.25	B
5% H. Pituca	4	418.750	C
100% H. Trigo	4	394.25	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 62. Análisis estadístico de la absorción del simulador mixolab de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	4.0719	1.35729	86.87	0.000
Error	12	0.1875	0.01563		
Total	15	4.2594			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.125	95.60%	92.17%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	63.5000	0.1414	(63.3638; 63.6362)
5% H. Pituca	4	63.6000	0.1414	(63.4638; 63.7362)
10% H. Pituca	4	64.4000	0.1414	(64.2638; 64.5362)
15% H. Pituca	4	64.6750	0.0500	(64.5388; 64.8112)

Desv.Est. agrupada = 0.125

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	64.6750	A
10% H. Pituca	4	64.4000	B
5% H. Pituca	4	63.6000	C
100% H. Trigo	4	63.5000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 63. Análisis estadístico del tiempo de desarrollo del simulador mixolab de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	1.575	0.5252	1.43	0.284
Error	12	4.422	0.3685		
Total	15	5.997			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.607033	26.27%	7.84% 0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	7.625	0.310	(6.964; 8.286)
5% H. Pituca	4	7.938	0.585	(7.276; 8.599)
10% H. Pituca	4	8.125	0.873	(7.464; 8.786)
15% H. Pituca	4	7.300	0.523	(6.639; 7.961)

Desv.Est. agrupada = 0.607033

Anexo 64. Análisis estadístico de la estabilidad del simulador mixolab de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	8.807	2.9356	5.63	0.012
Error	12	6.252	0.5210		
Total	15	15.059			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.721832	58.48%	48.10% 26.19%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	14.175	0.544	(13.389; 14.961)
5% H. Pituca	4	14.325	0.250	(13.539; 15.111)
10% H. Pituca	4	15.350	0.911	(14.564; 16.136)
15% H. Pituca	4	15.975	0.946	(15.189; 16.761)

Desv.Est. agrupada = 0.721832

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	15.975	A
10% H. Pituca	4	15.350	A B
5% H. Pituca	4	14.325	B
100% H. Trigo	4	14.175	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 65. Análisis estadístico del debilitamiento del simulador mixolab de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.001667	0.000556	5.07	0.017
Error	12	0.001316	0.000110		
Total	15	0.002984			

Resumen del modelo

	S R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)	R-cuad. R-cuad.
	0.0104742	55.88%	44.85% 21.56%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	0.01400	0.01000	(0.00259; 0.02541)
5% H. Pituca	4	0.02750	0.01060	(0.01609; 0.03891)
10% H. Pituca	4	0.03275	0.01245	(0.02134; 0.04416)
15% H. Pituca	4	0.04225	0.00846	(0.03084; 0.05366)

Desv.Est. agrupada = 0.0104742

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	0.04225	A
10% H. Pituca	4	0.03275	A B
5% H. Pituca	4	0.02750	A B
100% H. Trigo	4	0.01400	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 66. Análisis estadístico del Cmax del simulador mixolab de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.000751	0.000250	1.05	0.406
Error	12	0.002862	0.000239		
Total	15	0.003613			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0154441	20.79%	0.99% 0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	1.09900	0.01329	(1.08218; 1.11582)
5% H. Pituca	4	1.11775	0.00695	(1.10093; 1.13457)
10% H. Pituca	4	1.1048	0.0247	(1.0879; 1.1216)
15% H. Pituca	4	1.10925	0.01087	(1.09243; 1.12607)

Desv.Est. agrupada = 0.0154441

Anexo 67. Análisis estadístico de la hidratación del mixolab estándar de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	4.2019	1.40062	106.71	0.000
Error	12	0.1575	0.01313		
Total	15	4.3594			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.114564	96.39%	95.48%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	61.70	0.00	(61.58; 61.82)
5% H. Pituca	4	61.8500	0.1291	(61.7252; 61.9748)
10% H. Pituca	4	62.5000	0.1414	(62.3752; 62.6248)
15% H. Pituca	4	62.9750	0.1258	(62.8502; 63.0998)

Desv.Est. agrupada = 0.114564

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	62.9750	A
10% H. Pituca	4	62.5000	B
5% H. Pituca	4	61.8500	C
100% H. Trigo	4	61.70	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 68. Análisis estadístico del desarrollo de la masa (C1) del mixolab estándar de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.000683	0.000228	1.26	0.331
Error	12	0.002161	0.000180		
Total	15	0.002844			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0134195	24.01%	5.01% 0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	1.09825	0.01005	(1.08363; 1.11287)
5% H. Pituca	4	1.11625	0.01247	(1.10163; 1.13087)
10% H. Pituca	4	1.11075	0.01279	(1.09613; 1.12537)
15% H. Pituca	4	1.10925	0.01733	(1.09463; 1.12387)

Desv.Est. agrupada = 0.0134195

Anexo 69. Análisis estadístico de la calidad de la proteína (C2) del mixolab estándar de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	0.009282	0.003094	50.62	0.000
Error	12	0.000733	0.000061		
Total	15	0.010016			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0078182	92.68%	90.85% 86.98%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	0.45200	0.00424	(0.44348; 0.46052)
5% H. Pituca	4	0.43900	0.00548	(0.43048; 0.44752)
10% H. Pituca	4	0.41375	0.01075	(0.40523; 0.42227)
15% H. Pituca	4	0.38925	0.00900	(0.38073; 0.39777)

Desv.Est. agrupada = 0.00781825

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	0.45200	A
5% H. Pituca	4	0.43900	A
10% H. Pituca	4	0.41375	B
15% H. Pituca	4	0.38925	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 70. Análisis estadístico de la gelatinización del almidón (C3) del mixolab estándar de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.043743	0.014581	125.63	0.000
Error	12	0.001393	0.000116		
Total	15	0.045136			

Resumen del modelo

	S R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)	R-cuad. R-cuad.
0.0107732	96.91%	96.14%	94.51%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	1.72850	0.00420	(1.71676; 1.74024)
5% H. Pituca	4	1.71075	0.00932	(1.69901; 1.72249)
10% H. Pituca	4	1.63800	0.01219	(1.62626; 1.64974)
15% H. Pituca	4	1.60050	0.01453	(1.58876; 1.61224)

Desv.Est. agrupada = 0.0107732

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	1.72850	A
5% H. Pituca	4	1.71075	A
10% H. Pituca	4	1.63800	B
15% H. Pituca	4	1.60050	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 71. Análisis estadístico de la actividad amilásica (C4) del mixolab estándar de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p

Factor	3	0.055546	0.018515	537.33	0.000
Error	12	0.000414	0.000034		
Total	15	0.055960			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0058701	99.26%	99.08% 98.69%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	1.39475	0.00222	(1.38836; 1.40114)
5% H. Pituca	4	1.31700	0.00469	(1.31061; 1.32339)
10% H. Pituca	4	1.26675	0.00943	(1.26036; 1.27314)
15% H. Pituca	4	1.24000	0.00469	(1.23361; 1.24639)

Desv.Est. agrupada = 0.00587012

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor N Media Agrupación

100% H. Trigo	4	1.39475	A
5% H. Pituca	4	1.31700	B
10% H. Pituca	4	1.26675	C
15% H. Pituca	4	1.24000	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 72. Análisis estadístico de la retrogradación del almidón (C5) del mixolab estándar de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	0.235700	0.078567	385.17	0.000
Error	12	0.002448	0.000204		
Total	15	0.238147			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.0142821	98.97%	98.72% 98.17%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	1.95850	0.00858	(1.94294; 1.97406)
5% H. Pituca	4	1.7993	0.0208	(1.7837; 1.8148)
10% H. Pituca	4	1.67650	0.01716	(1.66094; 1.69206)
15% H. Pituca	4	1.65250	0.00370	(1.63694; 1.66806)

Desv.Est. agrupada = 0.0142821

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	1.95850	A
5% H. Pituca	4	1.7993	B
10% H. Pituca	4	1.67650	C
15% H. Pituca	4	1.65250	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 73. Análisis estadístico de la tenacidad (P) del alveograma de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	6965.50	2321.83	687.95	0.000
Error	12	40.50	3.37		
Total	15	7006.00			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	1.83712	99.42%	98.97%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	80.250	0.500	(78.249; 82.251)
5% H. Pituca	4	97.50	3.42	(95.50; 99.50)
10% H. Pituca	4	116.000	0.816	(113.999; 118.001)
15% H. Pituca	4	136.250	0.957	(134.249; 138.251)

Desv.Est. agrupada = 1.83712

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	136.250	A
10% H. Pituca	4	116.000	B
5% H. Pituca	4	97.50	C
100% H. Trigo	4	80.250	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 74. Análisis estadístico de la elasticidad (L) del alveograma de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	10444.2	3481.40	848.26	0.000
Error	12	49.2	4.10		
Total	15	10493.4			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	2.02587	99.53%	99.17%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	138.500	1.732	(136.293; 140.707)
5% H. Pituca	4	110.25	2.50	(108.04; 112.46)
10% H. Pituca	4	87.75	2.06	(85.54; 89.96)
15% H. Pituca	4	70.250	1.708	(68.043; 72.457)

Desv.Est. agrupada = 2.02587

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	4	138.500	A
5% H. Pituca	4	110.25	B
10% H. Pituca	4	87.75	C
15% H. Pituca	4	70.250	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 75. Análisis estadístico de la fuerza panadera (W) del alveograma de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca
--------	---	-----------------------------------------------------------

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	957.5	319.17	4.39	0.026
Error	12	872.5	72.71		
Total	15	1830.0			

Resumen del modelo

	S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	8.52692	52.32%	40.40% 15.24%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	306.75	7.50	(297.46; 316.04)
5% H. Pituca	4	317.00	11.83	(307.71; 326.29)
10% H. Pituca	4	322.75	4.99	(313.46; 332.04)
15% H. Pituca	4	327.50	8.35	(318.21; 336.79)

Desv.Est. agrupada = 8.52692

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	327.50	A
10% H. Pituca	4	322.75	A B
5% H. Pituca	4	317.00	B
100% H. Trigo	4	306.75	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 76. Análisis estadístico de la relación Tenacidad/Extensibilidad (P/L) del alveograma de las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	4.17967	1.39322	1087.39	0.000
Error	12	0.01538	0.00128		
Total	15	4.19504			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0357946	99.63%	99.54% 99.35%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	4	0.58000	0.00816	(0.54101; 0.61899)
5% H. Pituca	4	0.8850	0.0500	(0.8460; 0.9240)
10% H. Pituca	4	1.3225	0.0340	(1.2835; 1.3615)
15% H. Pituca	4	1.9400	0.0374	(1.9010; 1.9790)

Desv.Est. agrupada = 0.0357946

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
15% H. Pituca	4	1.9400	A
10% H. Pituca	4	1.3225	B
5% H. Pituca	4	0.8850	C
100% H. Trigo	4	0.58000	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 77. Análisis estadístico de la altura del pan elaborado con las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca
--------	---	-----------------------------------------------------------

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	266.784	88.928	58.09	0.001
Error	4	6.123	1.531		
Total	7	272.907			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.23725	97.76%	91.03%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	2	120.97	2.04	(118.54; 123.39)
5% H. Pituca	2	114.555	0.714	(112.126; 116.984)
10% H. Pituca	2	109.030	0.778	(106.601; 111.459)
15% H. Pituca	2	105.755	0.912	(103.326; 108.184)

Desv.Est. agrupada = 1.23725

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	2	120.97	A
5% H. Pituca	2	114.555	B
10% H. Pituca	2	109.030	C
15% H. Pituca	2	105.755	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 78. Análisis estadístico del volumen del pan elaborado con las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 4 100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p
Factor	3	71037.5	23679.2	126.29	0.000
Error	4	750.0	187.5		
Total	7	71787.5			

Resumen del modelo

	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	13.6931	98.96%	98.17%	95.82%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	2	1665.0	21.2	(1638.1; 1691.9)
5% H. Pituca	2	1585.00	7.07	(1558.12; 1611.88)
10% H. Pituca	2	1560.0	14.1	(1533.1; 1586.9)
15% H. Pituca	2	1405.00	7.07	(1378.12; 1431.88)

Desv.Est. agrupada = 13.6931

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	2	1665.0	A
5% H. Pituca	2	1585.00	B
10% H. Pituca	2	1560.0	B
15% H. Pituca	2	1405.00	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 79. Análisis estadístico del peso del pan elaborado con las mezclas de harinas

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor	4	100% H. Trigo; 5% H. Pituca; 10% H. Pituca; 15% H. Pituca
--------	---	-----------------------------------------------------------

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	6.094	2.0313	3.10	0.152
Error	4	2.625	0.6562		
Total	7	8.719			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.810093	69.89%	47.31% 0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
100% H. Trigo	2	406.000	0.707	(404.410; 407.590)
5% H. Pituca	2	404.5	0.0	(402.9; 406.1)
10% H. Pituca	2	403.750	0.354	(402.160; 405.340)
15% H. Pituca	2	405.50	1.41	(403.91; 407.09)

Desv.Est. agrupada = 0.810093

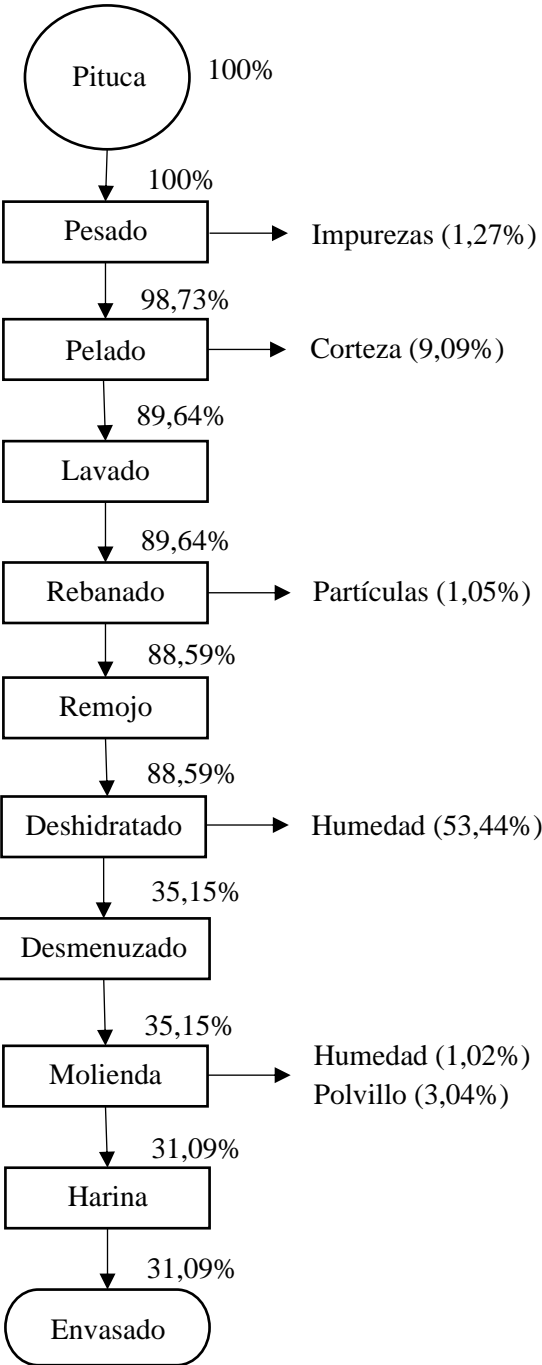
Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
100% H. Trigo	2	406.000	A
15% H. Pituca	2	405.50	A
5% H. Pituca	2	404.5	A
10% H. Pituca	2	403.750	A

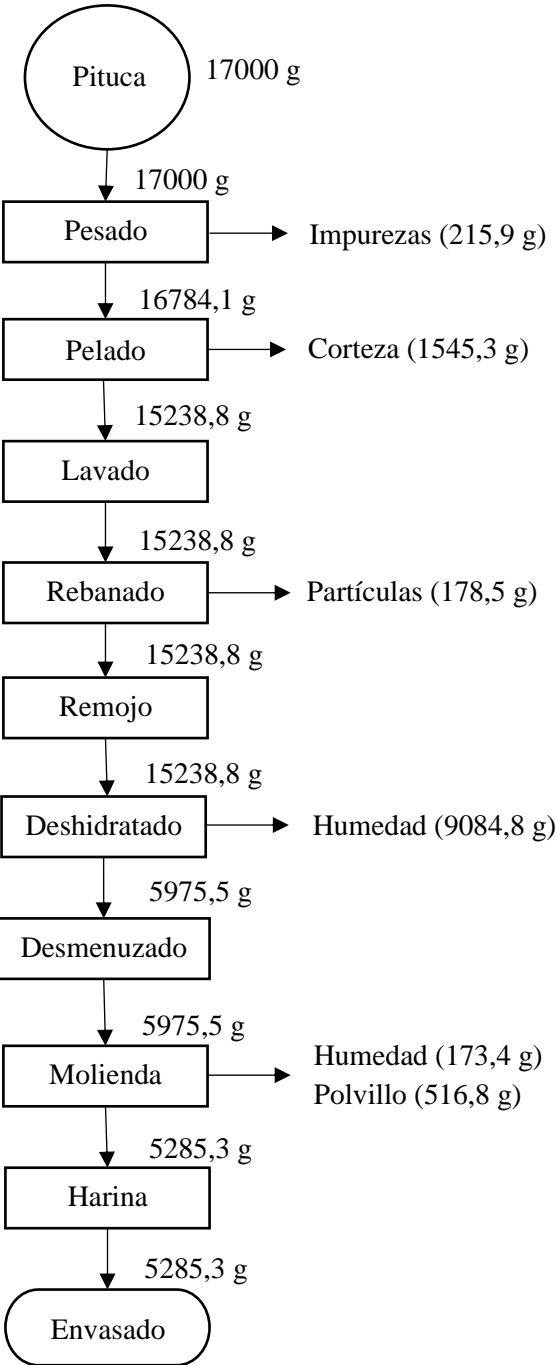
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 80. Balance de materia del deshidratado de la pituca, en porcentaje



Fuente: Elaboración propia (2022)

Anexo 81. Balance de materia del deshidratado de la pituca, en gramos



Fuente: Elaboración propia (2022)

Anexo 82. Obtención de la harina de pituca



Pituca fresca



Pelado



Rebanado



Lavado



Remojo



Deshidratado



Desmenuzado

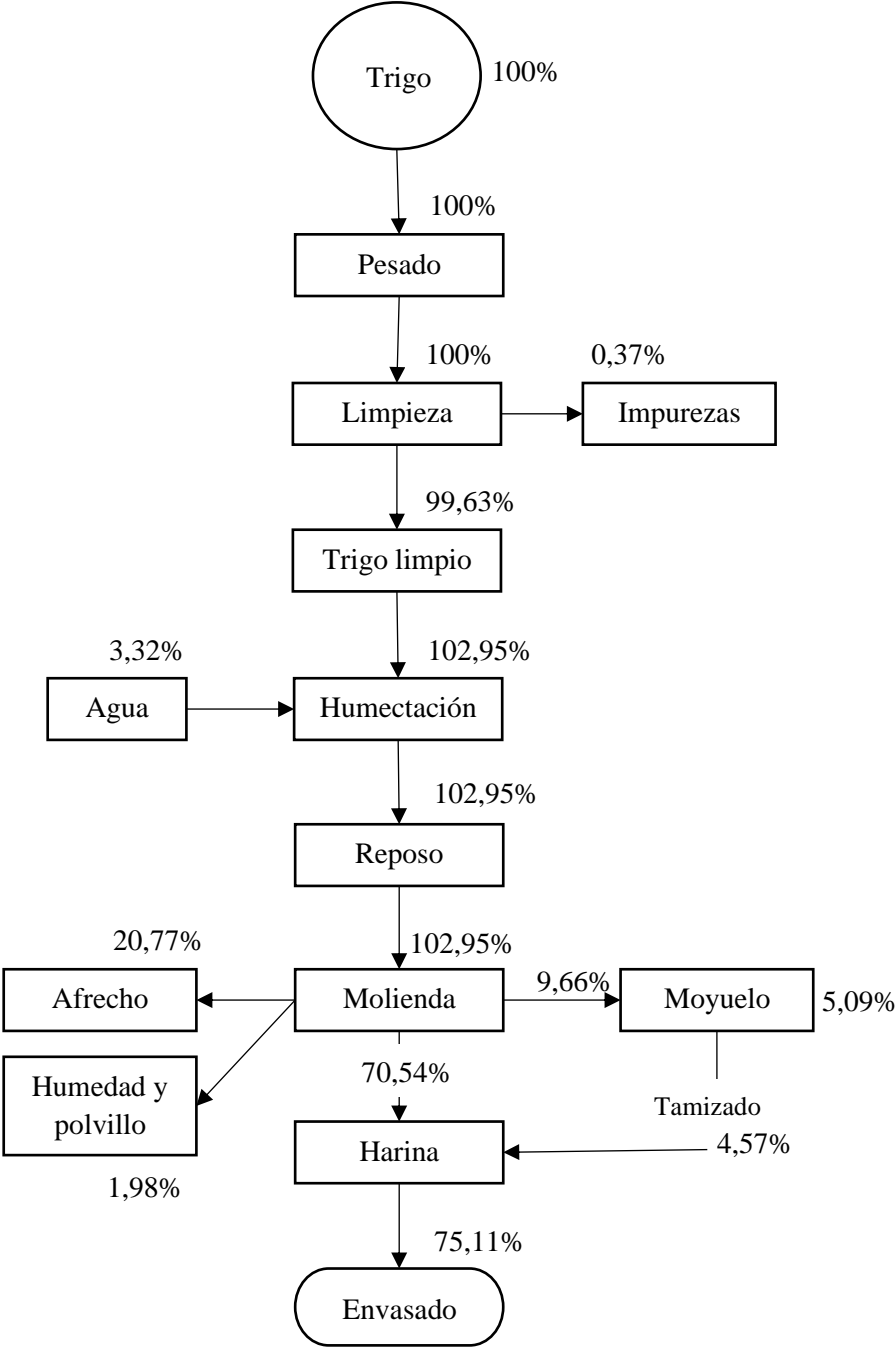


Molienda



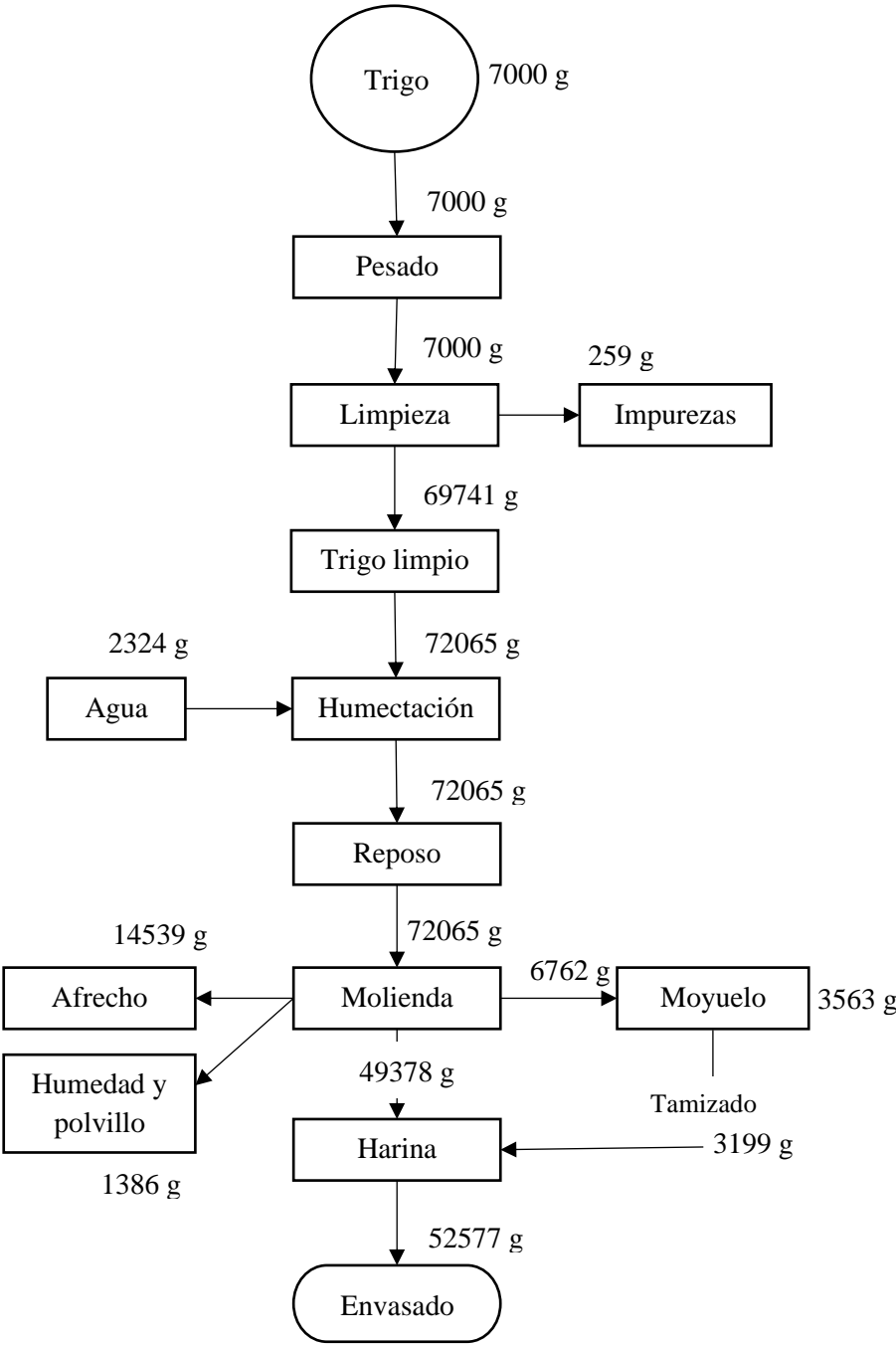
Harina de Pituca

Anexo 83. Balance de materia de la molienda experimental del trigo CWRS, en porcentaje



Fuente: Elaboración propia (2022)

Anexo 84. Balance de materia de la molienda experimental del trigo CWRS, en gramos



Fuente: Elaboración propia (2022)

El moyuelo fue tamizado en una malla de 250 micras y el retenido se unió con la harina.

Anexo 85. Obtención de la harina de trigo



Molino Buhler

Anexo 86. Determinación de los análisis fisicoquímicos

a. Determinación de la humedad



Estufa

b. Determinación del gluten



Glutomatic

c. Determinación de cenizas



Mufla

d. Determinación de acidez



Instrumentos para titulación

e. Determinación del almidón dañado



Equipo SD Matic

f. Determinación del número de caída



Equipo Falling Number

Anexo 87. Determinación de los análisis reológicos

- a. Determinación del simulador mixolab y del mixolab estándar



Equipo Mixolab

- b. Determinación del alveograma



Equipo Alveógrafo de Chopin

Anexo 88. Ejecución de la prueba de panificación

