



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB LA UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

**Treball de Fi de Grau de Grau de Ciència i Tecnologia dels Aliments
Aprentatge i Servei**

Maria Peralba Arlà

Tutora institucional: Marta Capellas

Tutor de l'entitat: Cristóbal Pérez Sixto

Maig del 2022

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	2
1.1. Treball de final de grau i ApS	2
CELIAQUIA I ALIMENTACIÓ SENSE GLUTEN	2
2.1. Cèliaquia	2
2.2. Alimentació sense gluten	3
2.3. Pa sense gluten	4
MASSA MARE	5
3.1. Què és la massa mare	5
3.2. Beneficis de la massa mare en el pa	6
MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE	7
REFLEXIÓ PERSONAL	11
BIBLIOGRAFIA	13
ANNEXOS	16
Annex 1. Jornada a l'Associació de Celíacs de Catalunya	16
Annex 2. Diapositives de la presentació a l'Associació de Celíacs de Catalunya	18

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Treball de final de grau i ApS

Aquest treball de final de grau (TFG) és de la modalitat Aprenentatge i Servei (ApS), que consisteix en la realització d'un projecte orientat en resoldre una necessitat social, de resoldre un servei comunitari en una entitat.

L'entitat en la que es duu a terme aquest TFG-ApS és l'Associació de Celíacs de Catalunya. Es va constituir l'any 1977 i va ser la primera organització creada a Espanya que defensa els interessos de les persones celíaques i sensibles al gluten no celíaques. El seu objectiu és assessorar a aquestes persones proporcionant-los informació i formació per millorar la seva qualitat de vida (Associació Celíacs de Catalunya, 2022).

Actualment, les persones celíaques disposen de varietat de productes sense gluten, ja que la indústria alimentària ha treballat desenvolupant aquest sector per atendre les seves necessitats. Tot i això, la qualitat nutricional i sensorial d'aquests productes encara no és òptima, especialment pel que fa al pa sense gluten.

L'objectiu d'aquest treball de final de grau és donar a conèixer els avantatges de la utilització de massa mare en l'elaboració de pa sense gluten, centrant-me particularment en els efectes sobre la textura. Amb aquesta finalitat, el 5 de maig de 2022 vaig fer una presentació en línia sobre aquest tema durant una jornada que l'Associació de Celíacs va programar pels seus associats. A més, el treball es publicarà a la web de l'Associació de Celíacs de Catalunya i em realitzarà una entrevista que serà publicada a la revista de l'Associació.

Per realitzar el treball s'ha comptat amb la informació que l'Associació de Celíacs de Catalunya proporciona a la seva pàgina web i la recerca bibliogràfica a partir d'articles científics a la base de dades de Mendeley dels dos últims anys amb les paraules clau *sourdough*, *gluten free* i *texture*.

2. CELIAQUIA I ALIMENTACIÓ SENSE GLUTEN

2.1. Celiaquia

La celiaquia es manifesta quan s'ingereix gluten. De totes maneres, la ingesta de gluten pot provocar diferents patologies en determinades persones:

A la web de l'Associació de Celíacs de Catalunya es defineix la celiaquia com: "Un trastorn multisistèmic de base autoimmunitària permanent en individus genèticament predisposats, induït per la ingesta de gluten que provoca una atrofia de les vellositats de l'intestí prim que afecta la capacitat d'absorbir els nutrients dels aliments".

Actualment, es considera una de les malalties amb predisposició genètica més freqüents en afectar a 1 de cada 100 persones a Europa i Nord-Amèrica. A Espanya s'estima una prevalença que oscil·la entre 1/71 per a la població infantil i 1/357 per a la població adulta. Tot i els avenços produïts en els darrers anys, continua sent una malaltia altament infradiagnosticada degut a que les seves manifestacions són inespecífiques o no són les clàssiques de tipus gastrointestinal (Associació Celíacs de Catalunya, 2022; Ministeri de Sanitat, consum i Benestar Social, 2019).

- Sensibilitat al gluten/blat no celíaca

Segons l'Associació de Celiacs de Catalunya la sensibilitat al gluten/blat no celíaca és: “Una patologia relacionada amb la ingesta del gluten/blat de la qual encara no es tenen suficients coneixements. Ara per ara, es diagnostica en pacients en els quals hi ha evidència que la patologia que pateixen és causada per la ingesta de gluten/blat, però se'ls ha descartat prèviament que siguin celiacs o que tinguin al·lèrgia a cereals que contenen gluten. A diferència de la persona celíaca, la persona sensible al gluten no presenta els anticossos ni tampoc és portadora dels gens implicats en la celiàquia. A més a més, la biòpsia realitzada no mostra alteracions susceptibles de malaltia celíaca”.

La prevalença no es coneix amb exactitud per què no hi ha mètodes diagnòstics objectius, però s'estima que al voltant del 6% de la població pateix sensibilitat o intolerància al gluten. Apareix de manera més freqüent en dones que en homes, i en població infantil és poc habitual (Associació Celiacs de Catalunya, 2022).

- Al·lèrgia als cereals que contenen gluten

Segons l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària l'al·lèrgia als cereals que contenen gluten és “una reacció immune, brusca, davant el consum de gluten o cereals que el contenen.

Les manifestacions més freqüents són: picor, inflamació o irritació d'ulls, nas i coll, també dermatitis atòpica o urticària o dificultat per respirar o asma. De manera menys freqüent també poden aparèixer símptomes digestius com diarrea, vòmits o rampells abdominals” (Agència Catalana de Seguretat Alimentària, 2021)

2.2. Alimentació sense gluten

Tot i que s'investiga sobre altres tractaments per la celiàquia, actualment l'únic tractament és seguir una dieta sense gluten de per vida. Aquesta dieta permet la normalització dels paràmetres serològics i la recuperació de la mucosa intestinal.

No s'ha d'iniciar una dieta sense gluten sense haver confirmat el diagnòstic amb una biòpsia on es confirmi l'alteració de la mucosa intestinal. És important que es segueixi aquesta dieta durant tota la vida, ja que la ingesta de petites quantitats de gluten pot produir lesions a les vellositats intestinals sense mostrar símptomes clínics (Associació Celiacs de Catalunya, 2022).

En la seva web, l'Associació de Celiacs de Catalunya defineix el gluten com: “La part proteica que queda d'una massa, normalment de blat, en extreure mitjançant rentats amb aigua els grànuls de midó (sucres) i els components liposolubles. Aquesta part proteica conté un 75-85% de proteïna i un 5-10% de lípids, així i tot, a la pràctica, aquest terme es refereix únicament a les proteïnes, ja que tenen una influència directa en la textura del producte final (Associació Celiacs de Catalunya, 2022).

Les proteïnes que el conformen són 2: les gliadines i les glutenines, i ambdues són necessàries per a l'acompliment de la seva funció en les masses. D'una banda, les gliadines hidratades aporten viscositat i extensibilitat i, d'altra, les glutenines hidratades són aglutinants alhora que elàstiques. Ambdues proteïnes són denominades de manera general com prolamines” (Moghaddam et al., 2020).

El gluten és present en el teixit de reserva dels grans de cereals com el blat, l'ordi, el sègol i els seus híbrids com per exemple l'espelta, el kamut i el triticale. Algunes varietats de civada també en contenen (Associació Celiacs de Catalunya, 2022).

Els productes sense gluten (Reglament d'Execució (UE) 828/2014), són aquells que contenen menys de 20 mg/kg (ppm) de gluten, tal com es venen al consumidor final. En canvi, els productes molt baixos en gluten són aquells que contenen entre 20 i 100 mg/kg (ppm) de gluten.

Segons el **grau de manipulació** es poden classificar els aliments com a frescos o naturals (són les parts comestibles dels vegetals, animals, bolets i algues), processats (són productes frescos que han patit una transformació, però la matèria primera és la protagonista per exemple la llet, nata, iogurt natural...) i ultraprocessats (són els que presenten molts ingredients, amb poca quantitat d'ingredient principal i molt de secundaris com midons, sucres, sal, additius...)

Segons el **contingut de gluten** trobem la següent classificació:

- Productes naturalment sense gluten: aliments que no tenen gluten de forma natural i no han estat manipulats. Per exemple: fruita, verdura, patata, arròs, carn, peix... (Associació Celiacs de Catalunya, 2022).
- Productes processats:
 - Sense gluten: Són productes genèrics, és a dir productes considerats en si mateixos amb independència de la seva marca, que han patit una transformació mínima. Per exemple: oli, llet, nata, iogurt natural...
 - Susceptibles de contenir gluten: Són productes que són susceptibles de contenir gluten com a ingredient o en forma de traces. Els que són aptes per al consum de les persones celiaques duen el símbol «sense gluten» o bé es poden trobar a la *Guia d'aliments sense gluten* en vigor que edita l'Associació Celiacs de Catalunya (Associació Celiacs de Catalunya, 2022).
 - Específics per a celiaques: Són productes elaborats especialment per a persones celiaques amb cereals i ingredients que no contenen gluten, no superen les 20 ppm i durant el procés de fabricació s'ha contemplat el protocol de seguretat alimentària en l'elaboració de productes sense gluten (Associació Celiacs de Catalunya, 2022)
- Productes prohibits: són els que tenen blat, ordi, sègol, civada i els seus híbrids com a ingredient o traces. Aquests productes no són aptes per celiaques (Associació Celiacs de Catalunya, 2022)

2.3. Pa sense gluten

El pa sense gluten es caracteritza per tenir mala qualitat amb un volum específic baix, molla tova i una vida útil més curta en comparació amb els pans amb gluten. A més, des del punt de vista nutricional, els pans sense gluten són pobres en vitamines, minerals i fibra dietètica (Moghaddam et al., 2020).

Durant els últims anys, els tecnòlegs dels aliments han intentat produir pa sense gluten que compleixi les expectatives dels consumidors celiaques. S'han investigat diferents additius, ingredients i, actualment, ja es pot dir que hi ha formulacions que milloren la qualitat tecnològica i nutricional del pa.

3. MASSA MARE

3.1. Què és la massa mare

La massa mare és una barreja de farina, aigua i, a vegades, petites quantitats de sal, que fermenta de manera espontània gràcies al creixement de llevats i bacteris àcid làctics (BAL), entre els que predominen els heterofermentatius (Moroni et al., 2009).

Aquests microorganismes exerceixen diverses activitats enzimàtiques, que causen l'acidificació de la massa i, a més proteòlisi, lipòlisi, augment de l'activitat de les fitases, i producció d'exopolisacàrids (Moghaddam et al., 2020). L'ús de massa mare per fermentar el pa és un dels processos biotecnològics més antics en la producció d'aliments. En els últims anys, la demanda de pa elaborat amb massa mare ha augmentat per part dels consumidors interessats en productes més naturals, saborosos i saludables. Aquest procés també es pot incorporar a l'elaboració de pa sense gluten (Moroni et al., 2009).

La massa mare sense gluten es prepara directament a partir de la farina o barreja de farines que formin part de la fórmula del pa sense gluten. Per exemple, es barreja farina sense gluten amb aigua en proporció 1:1 i fermenta a temperatura ambient durant un mínim de 72 hores, afegint diàriament farina i aigua per refrescar la massa (Olojede et al., 2020).

Un exemple de fórmula de pa sense gluten seria la següent:

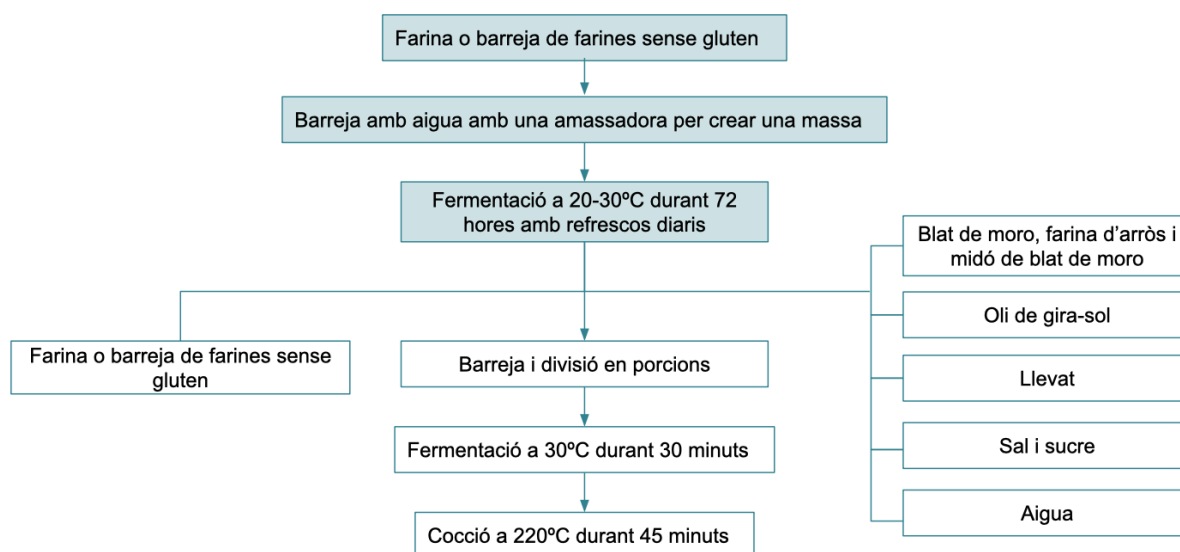


Figura 1. Diagrama de flux de l'elaboració del pa sense gluten amb massa mare adaptat de Olojede et al., 2020.

Primer s'elabora la massa mare (color gris a la imatge) utilitzant farina o barreja de farines sense gluten, es barregen amb aigua amb una amassadora i es forma una massa. Aquesta massa es fermenta a 20-30 °C durant 72 hores fent refrescos diaris, és a dir, afegint farina i aigua cada dia. En aquest punt ja tindrem la massa mare creada i ara ajuntarem aquesta amb la resta dels ingredients que serien farina, aigua, blat de moro, farina d'arròs i midó de blat de moro, oli de gira-sol, llevat, sal i sucre en aquest cas. Tots aquests ingredients es barregen i es divideix la massa en porcions que es fermentaren a 30 °C durant 30 minuts i després es duu a terme la cocció a 220 °C durant 45 minuts (Jagelaviciute i Cizeikiene, 2021).

3.2. Beneficis de la massa mare en el pa

La incorporació de massa mare al pa modifica la seva textura, el sabor, el volum i el valor nutricional. També augmenta la seva vida útil en endarrerir el procés d'envelliment i protegir-lo del creixement de fongs filamentosos i bacteris. Com s'ha indicat, aquests canvis són causats per l'activitat metabòlica dels microorganismes de la massa mare i, principalment, estan associats a processos d'acidificació, proteòlisi, formació d'exopolisacàrids i síntesi de components antimicrobians. La major part dels avantatges de la massa mare s'atribueixen als bacteris àcid làctics (BAL) (Moroni et al., 2009; Arendt et al., 2007)

Pel que fa al sabor i l'aroma, es formen àcids orgànics volàtils que són responsables de l'acidesa característica del pa elaborat a partir de massa mare (Moroni et al., 2009). Segons la Norma de Qualitat del pa, la massa mare que s'utilitzi en l'elaboració de pa ha de tenir un pH inferior a 4,2, i el pa després de coure ha de tenir un pH inferior a 4,8 (Real Decreto 308/2019, de 26 d'abril)

La degradació de proteïnes durant la fermentació de la massa mare és un dels fenòmens clau que afecten la qualitat global del pa de massa mare, induint la formació de precursors de compostos de sabor i modificant les propietats viscoelàstiques de la massa. A causa de l'acidificació gradual de la massa per part dels bacteris de l'àcid làctic, s'activen enzims endògens que exerceixen proteòlisi sobre les proteïnes de la farina. S'ha vist que durant la fermentació hi ha una activació de proteases i un augment del contingut d'aminoàcids com l'àcid glutàmic, la prolina, l'ornitina, la metionina i la lisina. En concret, l'arginina es converteix en ornitina, la qual aporta l'olor i el sabor de cuit típics de la crosta del pa (Gobbetti i Gänzle, 2013).

Per tant, la fermentació de massa mare podria substituir l'ús d'enzims proteolítics en les formulacions de pa sense gluten, cosa que permetria una reducció del cost del pa, permetria superar els problemes d'acceptació dels consumidors i s'aconseguirien etiquetes més netes (Gobbetti i Gänzle, 2013).

La massa mare també contribueix a l'increment de la vida útil, per dos motius. El primer, perquè durant la fermentació de la massa mare els bacteris de l'àcid làctic heterofermentatius produeixen compostos amb activitat antifúngica i antibacteriana que retarden el deteriorament del pa causat per altres microorganismes, especialment fongs filamentosos. I, en segon lloc, els bacteris àcid làctics produeixen exopolisacàrids i això provoca la reducció de la cristallització del midó, per tant, el pa es manté sense endurir-se durant un període llarg de temps, endarrereix l'envelliment i s'allarga la vida útil (Messens i Vuyst, 2002; Gobbetti i Gänzle, 2013).

Els exopolisacàrids són molècules de carbohidrats sintetitzades extracel·lularment per molts bacteris, per exemple els àcid làctics. A més de contribuir a allargar la vida útil, també actuen com a prebiòtics, perquè no són absorbits durant la digestió i nodreixen els bacteris beneficiosos que habiten en l'intestí, afavorint el creixement (Corzo et al., 2015).

La massa mare també millora el valor nutricional. D'una banda, augmenta la disponibilitat dels minerals de les farines, els quals estan associats a l'àcid fític. L'àcid fític es considera un factor antinutricional, especialment pels pacients celíacs que tenen deficiències de micronutrients. Aquest compost s'uneix fortament als cations metàlics de Ca, Fe, K, Mg, Mn i Zn i els torna insolubles i, per tant, no disponibles per a l'organisme. La massa mare

afavoreix l'activitat de les fitases endògenes de les farines creant condicions de pH òptimes per a la seva activació. Les fitases degraden l'àcid fític i, com a conseqüència, augmenta la solubilitat i, per tant, la biodisponibilitat dels minerals (Jagelaviciute i Cizeikiene, 2021).

D'una altra banda, l'addició de massa mare en el pa causa una disminució de l'índex glucèmic i contribueix a mantenir un valor de glucosa en sang més estable que el que s'observa després del consum de pa elaborat sense massa mare (Arendt et al., 2007).

4. MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

Actualment, la investigació en l'àmbit sense gluten es centra en diverses estratègies per millorar la qualitat per satisfer les expectatives dels consumidors. A la taula 1 es recullen treballs de recerca recents que estudien l'efecte de masses mare sense gluten en la textura del pa sense gluten.

Taula 1. Alguns treballs de recerca recents que estudien l'efecte de la massa mare en la textura del pa sense gluten

Citació	Ingredients de la massa mare	% de massa mare	Ingredients del pa (farina)	Atributs de textura	Es millora la textura
Dentice Maidana et al., 2020	farina de chía i llavors de lli, aigua, suspensió seleccionada de soca LAB o convinacions.	5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%	farina de sorgo, aigua, goma xantana, llevat sec instantani, sal, sacarosa	La qualitat tecnològica dels pans es va veure afectada per l'addició de masses oleaginoses fermentades LAB autòctones seleccionades, la qual cosa va provocar un augment significatiu del volum específic de pans a base de sorgo començat amb un 30% i un 40% de massa mare de chía i lli. Els pans GF a base de sorgo inoculats amb massa mare de chía fermentats amb W. cibaria CH28 en una proporció del 40%, van mostrar les característiques sensorials més altes.	Si
Diowksz i Sadowska 2021	farina blat sarrai, aigua i inòcul (brou MRS amb cèl·lules LAB)	15% 30% 50%	farina de blat sarrai, midó de blat GF, llevat de forner, goma guar, sal i sucre, aigua massa mare i transglutaminasa	La massa mare i la transglutaminasa fan un efecte sinèrgic. Tot i que la massa mare va provocar una reducció del volum específic de pa, altres paràmetres van millorar amb l'addició de TG. L'estructura porosa era més homogènia, mentre que la molla es va percebre com menys esmicola i més elàstica. El volum específic del pa va augmentar al afegir transglutaminasa respecte a l'assaig només amb massa mare.	La massa mare + transglutaminasa tenen un efecte sinèrgic en la textura i la millora del pa.
Franco et al., 2021	Mateixos ingredients i quantitats que en els altres però amb farina d'arròs refinada	30%	1. Farina d'arròs refinada comercial 2. Farina d'arros refinada i farina de quinoa sencera 3. Farina d'arros i farina de quinoa germinada 4. Farina d'arros i massa mare Midó de blat de moro, fécula de patata...	El pa amb farina de quinoa sencera va presentar més fermesa i més duresa. El pa amb massa mare era menys dur i tenia més bombolles d'aire, no era tan compacte. L'acidificació de la massa durant la fermentació indueix la formació d'una xarxa midó-proteïnes que imita el gluten i, per tant, millora la textura del pa.	Si
Jagelaviciute i Cizeikiene 2021	Quinoa, chia i llavors de cànem, aigua, <i>Lactobacillus sanfranciscensis</i>	-	1. blat de moro, farina d'arròs i midó de blat de moro (control). 2. chía 3. cànem 4. farina de quinoa sal, sucre, llevat sec, oli de gira-sol i aigua. Les mostres 2,3,4 fermentades i sense fermentar	Aquestes farines van reduir el volum específic i la porositat dels pans, en comparació amb el pa de control que es feia sense farines no tradicionals. Tanmateix, el pa de massa mare no tradicional (elaborat amb farina de chía, cànem i quinoa) mostra un ritme més lent d'envelliment o una porositat més alta en comparació amb el pa preparat amb farines de chía, cànem i quinoa sense fermentar.	El pa elaborat amb farines no tradicionals fermentades (amb massa mare) va millorar la textura del pa respecte el pa control i el pa amb farines no tradicionals sense fermentar
Kovács et al., 2021	farina i aigua	85 grams	3 tipus diferents de farina: mill, arròs integral i una barreja de farina sense gluten (Belbake: farina d'arròs i midó) massa mare, sucre, sal, llevat, crema agre, mig ou, d'oli d'oliva i aigua.	La mostra d'arròs integral en tots els atributs de textura va donar els valors més petits. En la duresa és beneficiós, perquè vol dir que aquesta mostra tenia la textura més suau, cosa que podria ser deguda al major contingut d'aigua de la mostra. Tanmateix, en resistència i elasticitat és desavantatge, perquè vol dir que té una capacitat de retenció de forma pitjor que les altres mostres.	Si

Citació	Ingredients de la massa mare	% de massa mare	Ingredients del pa (farina)	Atributs de textura	Es millora la textura
Mezgebe et al., 2020	-	10%	ingera es un pa fet amb farines pero sense blat (farina de teff farina de sorgo)	El sorgo amb tret cerós (midó alt en amilopectina) produeix una ingera més suau, esponjosa, més flexible i enrotllable que el sorgo de midó normal. Aquesta millora de qualitat ve deguda a la retrogradació més lenta i a la millor capacitat de retenció d'aigua del midó d'amilopectina.	Sorgo amb tret cerós millora més la textura que el sorgo de midó normal. Es pot utilitzar per fer productes sense gluten i sense additius
Moghaddam et al., 2020	1. Arròs i aigua 2. Farina de blat de moro i aigua i la suspensió de LAB i llevat a cada mostra.	5 i 10%	Midó de blat de moro i midó d'arròs, aigua, llet, mantega, sal, sucre, ou, massa mare (5 i 10%) i extracte de fulla d'olivera (5 i 10%).	L'ús de massa mare LAB i l'addició d'extracte de fulla d'olivera va retenir la humitat del pa de manera més eficient, augmentant així la seva vida útil. Per tant, la fermentació de massa mare és una de les maneres més efectives de millorar el sabor, la vida útil i l'estructura del pa sense gluten. En comparació amb l'acidificació química, un petit nombre de LAB a la massa mostren una viscositat millorada, una estructura de molla homogeneïtzada, una vida útil prolongada i un sabor més fort.	Si millora més la qualitat del pa el blat de moro que l'arròs
Olojede et al., 2020	Per preparar el pa amb massa mare es va substituir un 20% de farina de sorgo i un 20% d'aigua per una part igual de farina de sorgo fermentada en forma de massa mare	20%	farina de sorgo midó de blat de moro sal sucre greix de cocció llevat comprimit aigua	L'addició de massa mare, utilitzant els cultius inicials seleccionats, va augmentar la cohesió, la elasticitat, la goma i la masticació dels pans, que són efectes beneficiosos ja que, els pans sense gluten, sovint es caracteritzen per una textura fràgil i trencadissa.	Amb l'utilització dels cultius seleccionats es millora la textura
Olojede et al., 2020	La massa mare sense gluten es va preparar amb <i>Pediococcus pentosaceus</i> SA8 que es va aïllar directament del sorgo en fermentació i està present a totes les mostres.	20%	1. Farina de sorgo 2. Farina de sorgo i farina de cigrons 3. Farina de sorgo i farina de coupi midó de blat de moro, sal, sucre, greix de cocció, llevat comprimit i aigua	La textura del pa amb farina de cigrons va donar una molla més suau i també va mostrar millors característiques texturals, nutricionals i sensorials. No hi ha diferència de elasticitat. Al incorporar llegums a la farina de sorgo millora la qualitat del cereal i fa un producte nutricionalment superior i acceptable	Es millora la textura, les característiques nutricionals i sensorials. Utilitzar farina de cigrons és una alternativa a l'ús d'additius químics.
Parakhina et al., 2021	BAL llevat aigua farina d'arròs	-	midó de blat de moro, mido de blat de moro d'extrusió, aïllat de proteïna de soja i farina d'arròs, oli vegetal, llevat, sucre, sal, massa mare i aigua	La massa mare no va afectar el volum específic, la porositat i la compressibilitat del pa sense gluten. El pa fet amb massa mare tenia un color de crosta més brillant amb un to marronós i una textura i masticabilitat de les molles millor en comparació amb el pa sense massa mare. Les molles eren més suaus, més elàstiques i menys friables.	Si

Una de les estratègies és la incorporació de cereals rics en nutrients com per exemple blat sarraí, quinoa o amarant per la qualitat de les seves proteïnes i l'alt contingut en fibra i minerals (Gobbetti i Gänzle, 2013; Olojede et al., 2020). S'ha comprovat que l'ús de pseudocereals germinats millora encara més el contingut nutricional dels productes alimentaris en els que s'incorporen.

Una altra estratègia és la germinació o el maltatge dels cereals, que permet la descomposició enzimàtica de macromolècules de les llavors. D'una banda, això causa la millora de la biodisponibilitat de vitamines, minerals i aminoàcids i, de l'altra, la descomposició de factors antinutricionals, entre d'altres (Franco et al., 2021).

S'ha vist que quan a la formulació de pa s'utilitzen farines com xia, cànem i llavors de quinoa, les quals són riques en fibra, hi ha una millora nutricional, però els pans augmenten menys de volum durant la fermentació, ja que retenen menys els gasos. En canvi, quan es fermenten amb massa mare s'aconsegueix que puguin augmentar més de volum (Jagelaviciute i Cizeikiene, 2021).

Per millorar la qualitat del pa sense gluten també es poden aplicar proteïnes no tòxiques per a les persones celiaques per formar una matriu semblant al gluten (per exemple proteïnes de llet, llegums i ou), i així millorar el volum i la textura de la molla. L'inconvenient de l'aplicació d'aquestes proteïnes és que poden causar al·lèrgies a les persones celiaques i no aptes per a persones veganes (Gobbetti i Gänzle, 2013).

L'ús d'hidrocol·loides també millora la qualitat del pa sense gluten. S'ha vist que la millora de la retenció de gasos, la textura de la molla, el volum específic i la vida útil prolongada estan relacionals amb la quantitat d'hidrocol·loides utilitzats i la interacció entre el tipus de farina i el tipus d'hidrocol·loide emprat (Khairuddin, i Lasekan, 2021). Els hidrocol·loides són polisacàrids que actuen com a agents estabilitzants, emulsionants o gelificants en una àmplia gamma de productes alimentaris. Es poden afegir com a additius o bé poden ser presents a la massa de pa perquè els bacteris de l'àcid làctic de la massa mare les han sintetitzat. Per tant, la utilització de massa mare permet substituir l'ús d'hidrocol·loides afegits com a additius i disminuir el cost que comporten. Durant la fermentació, els bacteris de l'àcid làctic poden produir exopolisacàrids (EPS) en quantitats elevades i suficients per millorar les propietats estructurals de la massa. S'ha demostrat que la producció *in situ* d'exopolisacàrids és més efectiva que l'addició externa, com a additiu, del mateix polisacàrid a la formulació del pa (Tieking et al., 2003). Les soques productores d'EPS també es poden aplicar per millorar el valor nutricional del pa. Aquestes característiques fan que els EPS de la massa mare siguin el substitut ideal dels hidrocol·loides de cost elevat en els pans sense gluten (Gobbetti i Gänzle, 2013; Arendt et al., 2007). No obstant això, s'ha de realitzar un cribratge per identificar les soques productores d'EPS que es poden aplicar amb èxit com a cultius d'inici a les masses sense gluten (Gobbetti i Gänzle, 2013).

Durant l'emmagatzematge es produeix l'envelliment del pa, que causa una disminució de l'acceptació per part dels consumidors, i es caracteritza per la disminució de la frescor i perquè la textura de la molla es torna més dura, trencadissa i opaca. També es produeix l'envelliment de la crosta, el qual generalment és causat per la migració d'humitat de la molla a la crosta que dona com a resultat una textura tova (Gobbetti i Gänzle, 2013).

El midó és el component principal del pa i durant la cocció es produeix la seva gelatinització. El midó està format per les molècules d'amilosa i amilopectina, i totes dues pateixen retrogradació, que consisteix en que perden aigua i es forma una xarxa semicristal·lina.

L'amilosa retrograda just després de la cocció i, en canvi, l'amilopectina durant emmagatzematge (Arendt et al., 2007; Jagelaviciute i Cizeikiene, 2021).

El pa sense gluten es caracteritza per tenir una vida útil curta, ja que en eliminar el gluten, la seva fórmula es basa principalment en midó i, per tant, envellaix més ràpid que els que en tenen. Per millorar-ho, es poden utilitzar bacteris àcid làctics amilolítics i grans de cereals i pseudocereals sense gluten maltejats, ja que produeixen farines que contenen midons menys susceptibles a la retrogradació, de manera que el pa es manté sense endurir-se durant més temps. La presència dels exopolisacàrids també contribueix a disminuir els efectes de la retrogradació del midó (Arendt et al., 2007).

Per tant, la producció d'exopolisacàrids, que és durant la fermentació de massa mare, milloren les propietats reològiques de la massa i la qualitat final del pa sense gluten.

5. APS

Els objectius principals del treball amb tipologia d'Aprenentatge i Servei són, en primer lloc, resoldre una necessitat social real que, en aquest cas, és donar a conèixer una estratègia per a la millora del pa sense gluten el qual es caracteritza per tenir mala qualitat amb un volum específic baix i una vida útil més curta que el pa amb gluten. L'altre objectiu és realitzar un servei comunitari a una entitat sense ànim de lucre que, en aquest cas, és l'Associació de Celiacs de Catalunya.

Per dur a terme el servei he fet una presentació en línia de 30 minuts sobre com millorar la textura del pa sense gluten durant una jornada que l'Associació de Celiacs va programar pels seus socis. A més, el treball, la presentació de diapositives i la gravació de la jornada es publicaran a la web de l'Associació perquè puguin consultar-se en tot moment.

La jornada va durar un total de 2 hores durant les quals una treballadora de l'associació va realitzar una introducció; posteriorment, en Cristòbal Pérez, responsable del departament tècnic de l'entitat, va realitzar una xerrada sobre el present i el futur dels ingredients del pa sense gluten. a continuació, la meua companya Queralt Garcia i jo vàrem fer una presentació de mitja hora cadascuna sobre com millorar la textura del pa sense gluten. Ella es va centrar en l'ús del *psyllium* (*Plantago ovata*) i jo, en la massa mare.

La jornada va ser molt interessant i dinàmica, ja que els associats participaven activament deixant preguntes al xat que es van resoldre al final de la xerrada. A més, el comentaris que vam rebre van ser molt gratificants, ja que molts dels socis ens deien que havíem fet molt bon treball, que volien tenir la presentació de diapositives per poder-la consultar i ens donaven les gràcies per investigar sobre un tema tan important i tan difícil de resoldre, com és la textura del pa sense gluten.

6. REFLEXIÓ PERSONAL

Vaig triar fer un treball d'Aprenentatge i Servei perquè vaig pensar que, a més d'enriquir el meu coneixement, podia transmetre la informació cercada a persones que realment la necessitessin i contribuir al coneixement en el camp de l'alimentació sense gluten. Fent aquesta tipologia de treball m'he adonat que hi ha moltes persones amb problemes relacionats amb el gluten interessades a millorar la seva dieta i tenir aliments de millor qualitat.

La Marta, tutora del treball, m'ha ajudat moltíssim, m'he sentit recolzada en tot moment, sobretot amb les seves correccions buscant la perfecció i la resolució de tots els dubtes que se'm plantejaven.

Centrant-me en l'entitat, que en el meu cas és l'Associació de Celíacs de Catalunya, la comunicació ha estat molt fàcil i fluida. En Cristóbal, encarregat de tutoritzar els treballs de final de grau en l'associació, estava disponible per respondre dubtes i ajudar-me en tot moment. A l'hora de fer la presentació a la jornada que l'Associació de Celíacs va programar pels seus socis m'ho van posar molt fàcil, i vàrem practicar abans. Durant la jornada, em va donar la sensació que la informació que els transmetia als oients els interessava i els servia d'ajuda.

Una de les dificultats que he tingut ha estat adaptar el vocabulari científic, ja que els assistents eren persones celíaques, empresaris o forners i el vocabulari que havia d'adoptar havia de ser senzill, entenedor i sense gaires tecnicismes, apte per tot el públic. A més, fer una presentació davant de tantes persones desconegudes, en aquest cas, 70-80, em crea respecte i inseguretat, però em vaig sentir molt còmoda i vaig perdre la por ràpidament. Perquè es poguessin connectar més persones a la jornada, es va fer telemàticament. Per mi era un inconvenient, ja que la comunicació no és tan propera i es suma el factor de possibles problemes amb la connexió, però a la pràctica, la participació del públic, preguntant i opinant, va fer que sigués una xerrada dinàmica.

Opino que, en el meu cas, aquesta tipologia de treball comporta més feina i suposa més hores, ja que, a més de la part teòrica vaig preparar una presentació, però m'ha servit per practicar l'explicació que faré davant del tribunal del treball de final de grau. A més, és molt gratificant veure la participació, les respostes tan positives que varen tenir els socis, i veure que el treball ha servit per donar coneixement a altres persones i ha ajudat d'alguna manera a la societat. Per tant, tornaria a repetir aquesta experiència i la recomanaria a altres estudiants.

7. BIBLIOGRAFIA

- Agència Catalana de Seguretat Alimentària (2021). La celiàquia, l'al·lèrgia i la intolerància al gluten. [Internet]. Barcelona: Associació Celiacs de Catalunya. [Consultat el 01 de març de 2022]. Disponible a: https://acsa.gencat.cat/ca/seguretat_alimentaria/seguretat_alimentaria_per_temes/alergies_i_intolerancies_alimentaries/la_intolerancia_al_gluten/
- Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., & Dal Bello, F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24(2). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.011>
- Associació Celiacs de Catalunya (2022). L'associació. Sobre nosaltres. [Internet]. Barcelona: Associació Celiacs de Catalunya. [Consultat el 20 de febrer de 2022]. Disponible a: <https://www.celiacscatalunya.org/ca/nosaltres>
- Associació Celiacs de Catalunya (2022). Celiàquia. [Internet]. Barcelona: Associació Celiacs de Catalunya. [Consultat el 22 de febrer de 2022]. Disponible a: <https://www.celiacscatalunya.org/ca/celiaquia>
- Associació Celiacs de Catalunya (2022). Dieta sense gluten. Productes amb gluten o sense. [Internet]. Barcelona: Associació Celiacs de Catalunya. [Consultat el 22 de febrer de 2022]. Disponible a: https://www.celiacscatalunya.org/ca/productes_gluten
- Associació Celiacs de Catalunya (2022). Dieta sense gluten. Llistat d'aliments sense gluten. [Consultat el 22 de febrer de 2022]. Disponible a: https://www.celiacscatalunya.org/ca/guia_aliments_sense_gluten
- Associació Celiacs de Catalunya (2022). Què és el gluten?. [Internet]. Barcelona: Associació Celiacs de Catalunya. [Consultat el 22 de febrer de 2022]. Disponible a: https://www.celiacscatalunya.org/ca/que_es_gluten
- Corzo, N., Alonso, J. L., Azpiroz, F., Calvo, M. A., Cirici, M., Leis, R., Lombó, F., Mateos-Aparicio, I., Plou, F. J., Ruas-Madiedo, P., Rùperez, P., Redondo-Cuenca, A., Sanz, M. L., & Clemente, A. (2015). Prebiòtics; Concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutricion Hospitalaria*, 31. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup1.8715>
- Dentice Maidana, S., Finch, S., Garro, M., Savoy, G., Gänzle, M., & Vignolo, G. (2020). Development of gluten-free breads started with chia and flaxseed sourdoughs fermented by selected lactic acid bacteria. *LWT*, 125. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109189>
- Diowksz, A., & Sadowska, A. (2021). Impact of sourdough and transglutaminase on gluten-free buckwheat bread quality. *Food Bioscience*, 43. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101309>
- Franco, W., Evert, K., & van Nieuwenhove, C. (2021). Quinoa flour, the germinated grain flour, and sourdough as alternative sources for gluten-free bread formulation: Impact on chemical, textural and sensorial characteristics. *Fermentation*, 7(3). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.3390/fermentation7030115>

Gobbetti, M., & Gänzle, M. (2013). Handbook on sourdough biotechnology. In *Handbook on Sourdough Biotechnology*. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0>

Jagelaviciute, J., & Cizeikiene, D. (2021). The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. *LWT*, 137. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110457>

Khairuddin, M. A. N., & Lasekan, O. (2021). Gluten-free cereal products and beverages: A review of their health benefits in the last five years. In *Foods* (Vol. 10, Issue 11). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.3390/foods10112523>

Kovács, A., Kolinka, R., Kóczán, G., & Kókai, Z. (2021). Evaluation of a gluten-free sourdough bakery product. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 17(S1). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1556/446.2021.30005>

Messens, W., & de Vuyst, L. (2002). Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs - A review. *International Journal of Food Microbiology*, 72(1–2). [Internet] Disponible a: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00611-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00611-0)

Mezgebe, A. G., Taylor, J. R. N., & de Kock, H. L. (2020). Influence of Waxy (High Amylopectin) and High Protein Digestibility Traits in Sorghum on Injera Sourdough-Type Flatbread Sensory Characteristics. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/foods9121749>

Moghaddam, M. F. T., Jalali, H., Nafchi, A. M., & Nouri, L. (2020). Evaluating the effects of lactic acid bacteria and olive leaf extract on the quality of gluten-free bread. *Gene Reports*, 21. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100771>

Moroni, A. v., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology*, 26(7). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.001>

Olojede, A. O., Sanni, A. I., & Banwo, K. (2020). Effect of legume addition on the physiochemical and sensorial attributes of sorghum-based sourdough bread. *LWT*, 118. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108769>

Olojede, A. O., Sanni, A. I., & Banwo, K. (2020). Rheological, textural and nutritional properties of gluten-free sourdough made with functionally important lactic acid bacteria and yeast from Nigerian sorghum. *LWT*, 120. [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108875>

Parakhina, O., Lokachuk, M., Kuznetsova, L., Savkina, O., Pavlovskaya, E., & Gavrilova, T. (2021). Evaluation of selected lactic acid bacteria as starter cultures for gluten-free sourdough bread production. *Agronomy Research*, 19(Special Issue 3). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.15159/AR.21.087>

Real Decreto 308/2019, de 26 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para el pan, Boletín Oficial del Estado. [Internet]. [Consultat el 25 de març de 2022]. Disponible a: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-6994

Reglamento de ejecución (UE) n° 828/2014 de la comisión de 30 de julio de 2014 relativo a los requisitos para la transmisión de información a los consumidores sobre la ausencia o la presencia reducida de gluten en los alimentos. Boletín Oficial del Estado. [Internet].

[Consultat el 23 de febrer de 2022]. Disponible a:
<https://www.boe.es/doue/2014/228/L00005-00008.pdf>

Tieking, M., Korakli, M., Ehrmann, M. A., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2003). In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolates of lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(2). [Internet] Disponible a: <https://doi.org/10.1128/AEM.69.2.945-952.2003>

8. ANNEXOS

Annex 1. Jornada a l'Associació de Celiacs de Catalunya



The screenshot shows a social media post from the account 'celiacs_catalunya'. The post is for an online event titled 'XERRADA ONLINE' on May 5th at 18:30. The main topic is 'La clau per millorar el pa sense gluten: el psyllium i la massa mare'. The speakers listed are Queralt Garcia and Maria Peralba, students of the Degree in Food Science and Technology at the University of Barcelona (UAB). The post includes contact information for registrations and a Zoom link.

celiacs_catalunya Tots sabem com costa aconseguir que el sabor i la textura del pa sense gluten sigui similar a la del pa amb gluten! És per això que en aquesta xerrada parlem sobre l'ús de dos ingredients clau per millorar el pa sense gluten: el psyllium i la massa mare. En parlem amb dues alumnes de quart curs del Grau de Ciència i Tecnologia dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona, que ens presenten els seus treballs de final de grau (TGF).

- 'El Psyllium com a ingredient per millorar la textura i el perfil nutricional del pa sense gluten', per Queralt Garcia Vila, alumna de quart curs del Grau de Ciència i Tecnologia dels Aliments de la UAB.

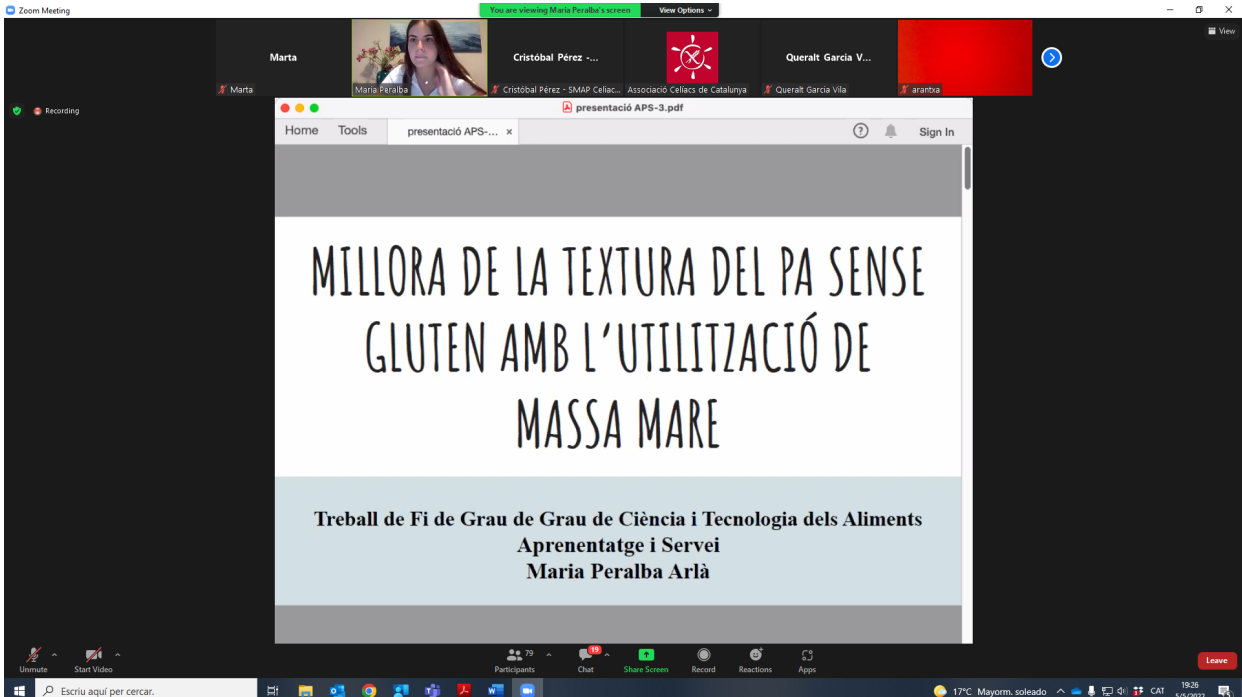
- 'Millora de la textura del pa sense gluten amb l'utilització de massa mare', per Maria Peralba, alumna de quart curs del Grau de Ciència i Tecnologia dels Aliments de la UAB.

A més a més, ens endinsarem en el present i futur dels ingredients del pa, de la mà de Cristóbal Pérez, responsable del departament tècnic de l'entitat. Una xerrada que sens dubte serà diferent i interessant!

Dia: 05 de maig '22
Hora: 18:30h – 19.40
Lloc: online (via Zoom)
Preu: gratuït per a socis
Inscripcions: info@celiacscatalunya.org
Juntament amb: UAB

28 de abril · Ver traducción

Figura 1. Publicitat de la jornada a l'Associació de Celiacs de Catalunya



The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main content is a presentation slide with the following text:

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

Treball de Fi de Grau de Grau de Ciència i Tecnologia dels Aliments
Aprentatge i Servei
Maria Peralba Arlà

The slide is displayed in a browser window within the Zoom meeting. The meeting participants list includes Marta, Maria Peralba, Cristóbal Pérez, and Queralt Garcia Vila. The system tray at the bottom shows the date as 5/4/2022 and the time as 19:26.

Figura 2. Captura de pantalla de la portada del treball durant la jornada a l'Associació de Celiacs de Catalunya

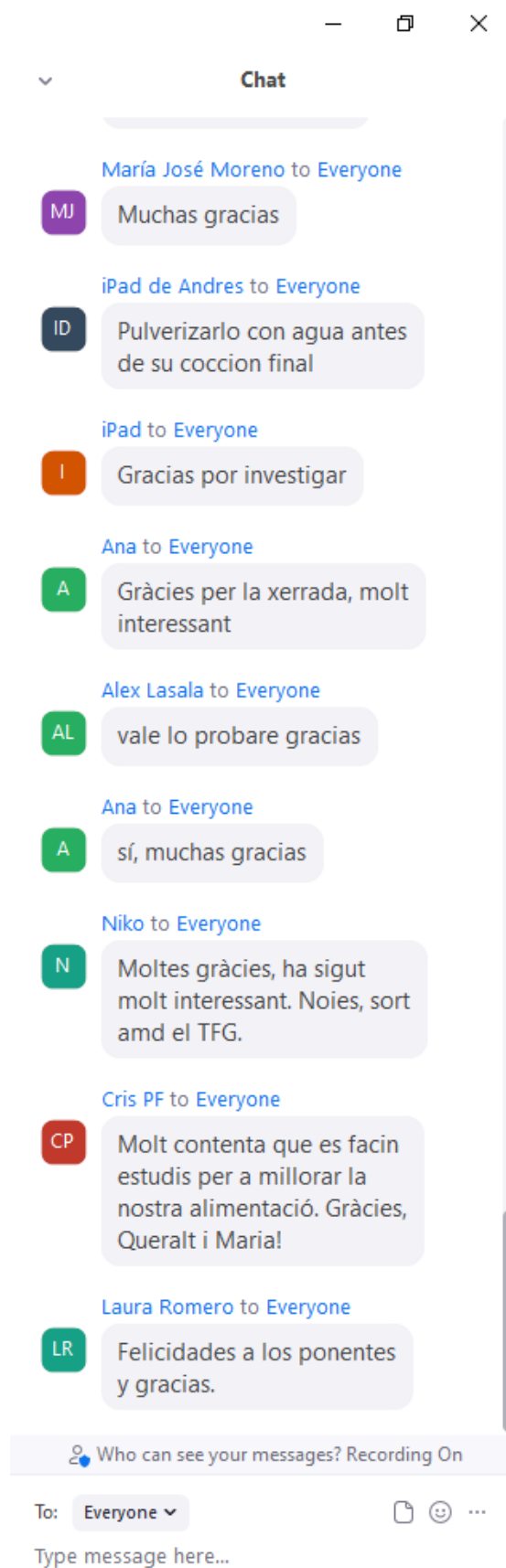


Figura 3. Alguns comentaris rebuts durant la jornada a l'Associació de Celiacs de Catalunya

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

Treball de Fi de Grau de Grau de Ciència i Tecnologia dels Aliments
Aprentatge i Servei
Maria Peralba Arlà

QUÈ ÉS LA MASSA MARE

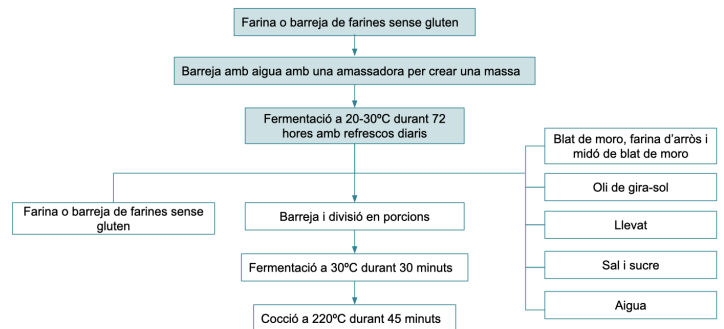
La massa mare és una barreja de farina, aigua i, a vegades, petites quantitats de sal, que fermenta de manera espontània gràcies al creixement de llevats i bacteris àcid làctics (BAL).

OBJECTIUS I METODOLOGIA

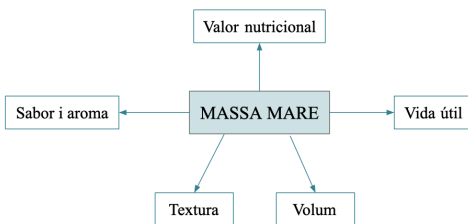
L'objectiu d'aquest treball de final de grau és donar a conèixer els avantatges de l'utilització de massa mare en l'elaboració de pa sense gluten, centrant-me particularment en els efectes sobre la textura.

Per realitzar el treball s'ha comptat amb la informació que l'Associació de Celíacs de Catalunya proporciona a la seva pàgina web i la recerca bibliogràfica feta a partir d'articles científics.

COM S'ELABORA



BENEFICIS DE LA MASSA MARE EN EL PA

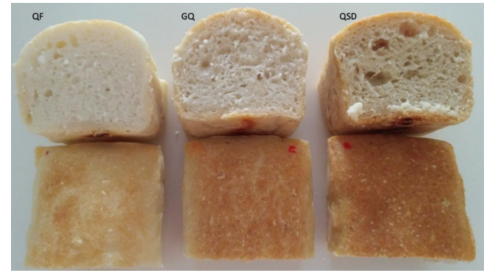


MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

nom de l'article	any	ingredients de la massa mare	% de massa mare	ingredients del pa (farina)	atributs de textura	es millora la textura
Rheological, textural and nutritional properties of gluten-free sourdough made with functionally important lactic acid bacteria and yeast from Nigerian sorghum	2020	Per preparar el pa amb massa mare es va substituir un 20% de farina de sorgo i un 20% d'aigua per una part igual de farina de sorgo fermentada en forma de massa mare	20%	farina de sorgo midó de blat de moro sal sucre greix de coccó llevat comprimit aigua	L'addició de massa mare, utilitzant els cultius inicials seleccionats, va augmentar la cohesió, l'elasticitat, la goma i la masticació dels pans, que són efectes beneficiosos ja que, els pans sense gluten, sovint es caracteritzen per una textura fràgil i trencadissa.	Amb l'utilització dels cultius seleccionats es millora la textura
Effect of legume addition on the glycochemical and sensorial attributes of sorghum based sourdough bread	2020	La massa mare sense gluten es va preparar amb <i>Pedococcus pen tosaucus</i> S48 que es va afegir directament del sorgo en fermentació i està present a totes les mostres.	20%	1. Farina de sorgo 2. Farina de sorgo i farina de cigrons 3. Farina de sorgo i farina de còqui midó de blat de moro, sal, sucres, greix de coccó, llevat comprimit i aigua	La textura del pa amb farina de cigrons va donar una molta més suau i també va mostrar millors característiques texturals, nutricionals i sensorials. No hi ha diferència de elasticitat. Al incorporar llegums a la farina de sorgo millora la qualitat del cerial i fa un producte (nutricionalment) superior i acceptable	Es millora la textura, les característiques nutricionals i sensorials. Utilitzar farina de cigrons és una alternativa a l'ús d'additius químics.
Evaluating the effects of lactic acid bacteria and olive leaf extract on the quality of gluten-free bread	2020	1. Aigua i aigua 2. Farina de blat de moro i aigua I la suspensió de LAB i llevat a cada mostra.	5 i 10%	Midó de blat de moro i midó d'arròs, aigua, llet, chaptal, sal, sucres, ou, massa mare (5 i 10%), extracte de fulla d'olivera (5 i 10%)	L'ús de massa mare LAB i l'addició d'extracte de fulla d'olivera va reduir la humitat del pa de manera més eficient, augmentant així la seva vida útil. Per tant, la fermentació de massa mare és una de les maneres més efectives de millorar el sabor, la vida útil i l'estructura del pa sense gluten. En comparació amb l'acidificació química, un petit nombre de LAB a la massa moquea una viscositat millorada, una estructura de molles homogenitzada, una vida útil prolongada i un sabor més fort.	Si millora més la qualitat del pa el blat de moro que l'arròs
Quinoa flour, the germinated grain flour, and sourdough as alternative sources for gluten-free bread formulation: Impact on chemical, textural and sensorial characteristics	2021	Múltiples ingredients i quantitats que en els altres paos amb farina d'arròs refinada	30%	1. Farina d'arròs refinada comercial 2. Farina d'arròs refinada i farina de quinoa sencera 3. Farina d'arròs i farina de quinoa germinada 4. Farina d'arròs i massa mare Midó de blat de moro, fècula de patata...	El pa amb farina de quinoa sencera va presentar més fermesa i més durada. El pa amb massa mare era més dur i tenia més bombolles d'aire, no era tan compacte. L'acidificació de la massa durant la fermentació induïx la formació d'una xarxa midó-proteïna que imita el gluten i, per tant, millora la textura del pa.	Si

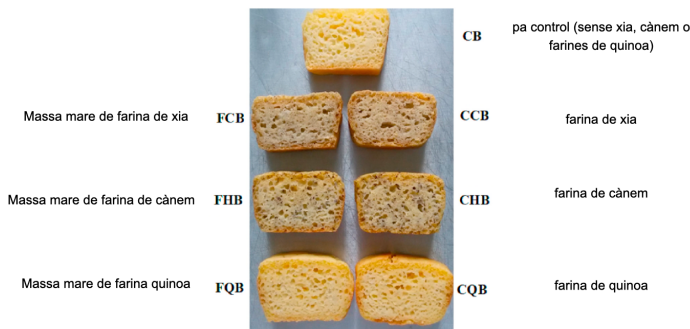
nom de l'article	any	ingredients de la massa mare	% de massa mare	ingredients del pa (farina)	atributs de textura	es millora la textura
Evaluation of a gluten-free sourdough bakery product	2021	farina i aigua	85 grams	3 tipus diferents de farina: mill, arròs integral i una barreja de farina sense gluten (Bakbak: farina d'arròs i midó) massa mare, sucre, sal, llevat, crema agra, mig ou, d'oli d'oliva i aigua.	Segons els resultats del TPA, la mostra d'arròs integral en tots els atributs de textura va donar els valors més petits. En la duresa és beneficiós, perquè vol dir que aquesta mostra tenia la textura més asua, cosa que podria ser deguda al major contingut d'aigua de la mostra. Tanmateix, en resistència i elasticitat és desavantatjat, perquè vol dir que té una capacitat de retenció de forma pitjor que les altres mostres. En aquests atributs el Bakbak i els productes de mill eren millors.	SI
Evaluation of selected lactic acid bacteria as starter cultures for gluten-free sourdough bread production	2021	BAL llevat aigua farina d'arròs	-	midó de blat de moro, midó de blat de moro d'extrusió, alliat de proteïna de soja i farina d'arròs, oli vegetal, llevat, sucre, sal, massa mare i aigua	La massa mare no va afectar el gluc específic, la porositat i la compressibilitat del pa sense gluten. El pa fet amb massa mare tingué un color de crotó més brillant amb un diàmetre i una textura i masticabilitat de les molles millor en comparació amb el pa sense massa mare. Les molles eren més asua, més elàstiques i menys folles.	SI
Influence of Waxy (High Amylopectin) and High Protein Digestibility Traits in Sorghum on Hejna Sourdough-Type Flatbread Sensor Characteristics	2020	-	10%	lleges es un pa fet amb farines però sense blat (barreja de sorgo)	El sorgo amb tret cents (mida alt en amilopectina) produïu una lleges més asua, esponjosa, més flexible i enrollable que el sorgo de mida normal. Aquesta millora de qualitat ve deguda a la retrogradació més lenta i a la millor capacitat de retenció d'aigua del midó d'amilopectina.	Sorgo amb tret cents millora més la textura que el sorgo de mida normal. Es pot utilitzar per fer productes sense gluten i sense additius
The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread	2021	Quinoa, chia i llavors de cànem, aigua, Lactobacillus sanfranciscensis	-	1. blat de moro, farina d'arròs i midó de blat de moro (control), 2. chia 3. cànem 4. farina de quinoa sal, sucre, llevat sec, oli de gira-sol i aigua. Les mostres 2 i 4 fermentades i sense fermentar	Aquestes farines van reduir el volum específic i la porositat dels pans, en comparació amb el pa de control que es feia sense farines no tradicionals. Tanmateix, el pa de massa mare no tradicional (elaborat amb farina de chia, cànem i quinoa) mostra un ritme més lent d'enveliment o una porositat més alta en comparació amb el pa preparat amb farines de chia, cànem i quinoa sense fermentar.	El pa elaborat amb farines no tradicionals fermentades (amb massa mare) va millorar la textura del pa respecte al pa control i el pa amb farines no tradicionals sense fermentar
Impact of sourdough and transglutaminase on gluten-free buckwheat bread quality	2021	farina blat sarrai, aigua i inòcul (biou LABS amb cèl·lules LAB)	15% 30% 50%	farina de blat sarrai, midó de blat QF, llevat de fermer, goma guar, sal i sucre, aigua massa mare i transglutaminasa	La massa mare i la transglutaminasa fan un efecte sinèrgic. Tot i que la massa mare va provocar una reducció del volum específic de pa, altres paràmetres van millorar amb l'addició de TQ. L'estructura porosa era més homogènia, mentre que la molles es va percebre com menys asmosa i més elàstica. El volum específic del pa va augmentar al afegir transglutaminasa respecte a l'assaig control amb massa mare.	La massa mare + transglutaminasa tingué un efecte sinèrgic en la textura i la millora del pa.

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE



QF: 20% de farina de quinoa GQ: 20% de farina de quinoa germinada QSD: 30% de massa mare de quinoa

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE



CB pa control (sense xia, cànem o farines de quinoa)

FCB Massa mare de farina de xia CCB farina de xia
FHB Massa mare de farina de cànem CHB farina de cànem
FQB Massa mare de farina quinoa CQB farina de quinoa

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

PA SENSE GLUTEN SENSE MASSA MARE

Midó de blat de moro, farina d'arròs, aigua, llevat, jaraba de sucre invertit, sucre, sal, oli d'oliva (1,1%), estabilitzants (goma guar, hidroxipropilmetilcel·lulosa, difosfat sòdic), fibra de psyllium, gasificant (bicarbonat sòdic)

Aigua, midó de blat de moro, midó de tapioca, farina d'arròs, fècula de patata, oli vegetal (girasol), llevat, inulina, clara d'ou en pols, fibra de psyllium, espessidors (E415, E464), sucre, sal, conservador (E281), antioxidant (E300), aromes.

MILLORA DE LA TEXTURA DEL PA SENSE GLUTEN AMB L'UTILITZACIÓ DE MASSA MARE

PA SENSE GLUTEN AMB MASSA MARE

Midó de blat de moro, massa mare 19% (farina d'arròs, aigua), aigua, xarop d'arròs, farina d'arròs, oli de gira-sol, fibres vegetals (psyllium, bambú), midó d'arròs, proteïna de soja, sucre, espessidor: hidroxipropilmetilcel·lulosa; llevat, sal.

CONCLUSIONS

La incorporació de massa mare al pa sense gluten millora el volum, la textura, el valor nutricional i la vida útil gràcies als exopolisacàrids i la síntesi de components antimicrobians i, per tant, gràcies als bacteris àcid làctics.