



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



Campus  
de l'Alimentació  
Universitat de Barcelona

---

# ESTRATÈGIES DE REFORMULACIÓ PER A LA REDUCCIÓ DE SAL

---

TREBALL DE FI DE GRAU

UNIVERSITAT DE BARCELONA

FACULTAT DE FARMÀCIA I CIÈNCIES DE L'ALIMENTACIÓ

AUTORA: EVA MIRÓ MONFORT

ÀMBIT DE TREBALL: REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

TEMÀTICA: NUTRICIÓ I BROMATOLOGIA

CONVOCATÒRIA: JUNY 2020





## RESUM

### **Títol: Estratègies de reformulació per a la reducció de sal**

Avui en dia, les malalties no infeccioses són la primera causa de mort en la població. Un elevat consum de sodi està associat a un augment d'aquestes patologies, com la hipertensió, malalties cardiovasculars o renals. És per això que un dels objectius de les polítiques alimentàries actuals, és reduir el consum de sal de la població. L'objectiu d'aquest treball és recollir les diferents estratègies per reduir el contingut de sal dels aliments i veure si, realment, comporten una millora en la salut de la població.

En termes generals trobem quatre tipus d'estratègies: reduir progressivament el contingut de sal dels aliments per reeducar el paladar de la població, substituir la sal per altres compostos com el KCl, afegir potenciadors del gust com el glutamat monosòdic o, substituir la sal per saboritzants com les herbes aromàtiques.

Per poder aplicar aquestes estratègies també cal tenir en compte les funcions que realitza la sal en els aliments, a part d'aportar gust salat, o en quins aliments s'ha de reduir el contingut de sal.

De totes les estratègies plantejades, la més beneficiosa a llarg termini és reduir el percentatge de sal dels aliments progressivament. Tot i això els saboritzants també són bona opció, sobretot pel que fa a substituir la sal a les llars. Respecte als substituïts i els potenciadors del gust, alguns d'ells han demostrat tenir efectes perjudicials en la salut de la població.

**Paraules clau:** [sal], [aliments rics en sal],[ substituïts de sal], [potenciadors del gust].

## ABSTRACT

### **Title: Strategies of reformulation for reducing salt**

Nowadays, non-infectious diseases are the first death cause on the population. High sodium intake is associated with an increase of this pathologies, such as hypertension, cardiovascular and renal diseases. This is why one of the main goals of the current food policies is to reduce the population's salt intake. The aim of this project is to explain some of the strategies to reduce salt in foods and see if they really improve population's health.

In general terms, we can find four strategies: reduce progressively the amount of salt added on food to re-educate people's taste, replace salt with other substances such as KCl, add flavour enhancers like monosodium glutamate or replacing the salt with flavourings as culinary herbs.

Before applying these strategies it's important to know all the functions that salt carries out on food, besides giving the salty taste, and which foods have to reduce salt quantity.

Amongst all the strategies, the most beneficial, long-term speaking, is reduce progressively the percentage of salt in foods. Flavourings are also a good choice, especially in regard to replacing salt at home. However, flavour enhancers and salt substitutes have shown to be harmful for the health.

**Key words:** [salt], [high-salt foods], [salt substitutes], [flavour enhancer].

# ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ.....	5
2. OBJECTIUS .....	6
3. METODOLOGIA.....	6
4. DESCRIPCIÓ DETALLADA DE L'ESTAT ACTUAL DELS CONEIXEMENTS.....	7
4.1 ALIMENTS RICS EN SAL.....	8
4.2 FUNCIONS DE LA SAL.....	10
4.2.1 Organolèptica .....	11
4.2.2 Seguretat alimentària.....	12
4.2.3 Fermentació làctica .....	13
4.2.4 Econòmica .....	15
4.3 ESTRATEGIES DE REDUCCIÓ DEL CONTINGUT DE SAL.....	15
4.3.1 Reducció progressiva del contingut de sal .....	16
4.3.2 Substituts de la sal.....	18
4.3.2.1 Clorurs .....	18
4.3.2.2 Modificacions dels cristalls de sal.....	19
4.3.3 Potenciadors del gust .....	20
4.3.3.1 Glutamats .....	20
4.3.3.2 L-arginina i L-lisina .....	21
4.3.3.3 5'-Ribonucleòtids.....	21
4.3.3.4 Lactats .....	22
4.3.4 Saboritzants.....	22
4.3.4.1 Extractes de llevats.....	22
4.3.4.2 Proteïna hidrolitzada .....	23
4.3.4.3 Herbes aromàtiques i espècies.....	23
5. DISCUSSIÓ I VISIÓ CRÍTICA .....	25
5.1 COMPARACIÓ ENTRE ELS DIFERENTS SUBSTITUTS .....	25
5.2 COMPARACIONS ENTRE SAL I SUBSTITUTS .....	31
6. CONCLUSIONS I APORTACIONS AL TEMA.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	36

## ÍNDIX DE TAULES

<b>Taula 1.</b> Classificació dels aliments segons el seu contingut en sal. (17,18).....	8
<b>Taula 2.</b> Recull dels principals grups d'aliments rics en sa, el seu contingut mitjà d'aquest additiu i alguns exemples d'aliments. (19).....	9
<b>Taula 3.</b> Exemples de com canvia el contingut de sal en un mateix aliment segons el tipus de processat que té. (20).....	10
<b>Taula 4.</b> Taula resum de les diferents funcions que realitza la sal als aliments.....	10
<b>Taula 5.</b> Funcions de la sal en els diferents grups d'aliments i la quantitat mínima de sal necessària per aconseguir resultats òptims. (39,40).....	13
<b>Taula 6.</b> Taula resum de les diferents estratègies per reduir la sal, exemples de cada tipus d'estratègia i aliments on es sol aplicar.....	24
<b>Taula 7.</b> Taula resum per poder comparar les diferents estratègies segons les característiques, les funcions que compleixen i la seva aplicació.....	25
<b>Taula 8.</b> Comparació de la funció de la sal en diferents aliments amb les funcions que compleixen els substituïts.....	31

## 1. INTRODUCCIÓ

Actualment, les malalties no infeccioses són la primera causa de mort a escala mundial (1). Moltes d'aquestes malalties estan associades a mals hàbits alimentaris i a l'obesitat, entre altres factors (2). Els mals hàbits alimentaris estan basats, principalment, en dietes altes en greixos saturats, sucre i sal, a més d'una vida sedentària.

Una d'aquestes malalties no infeccioses és la hipertensió, que afecta a més de la meitat de la població adulta, i encara més gent està afectada per una elevada tensió arterial. El consum excessiu de sodi està associat a un augment d'aquestes patologies i per tant, al risc de patir malalties cardiovasculars (3,4). També està associat a altres patologies que afecten els ronyons i altres òrgans.

El sodi és considerat un nutrient essencial pel cos degut a la gran quantitat de funcions que realitza, com el manteniment de la homeòstasi de les cèl·lules o la regulació del balanç electrolític i de la pressió sanguínia. També té un paper crucial en l'excitació del múscul i en les cèl·lules nervioses, així com en el transport de nutrients i substrats a través de les membranes (5). És per tot això que el sodi és un nutrient de consum diari, amb una quantitat d'ingesta mínima diària de 200-500 mg (6,7). Les recomanacions de l'OMS sobre el consum de sal diari estableixen que la quantitat òptima és de 3,8 g de sal/dia (8), i la quantitat màxima s'ha fixat en 5g de sal/dia en adults sans (9). Tot i això, s'ha demostrat que el consum de sal de la població espanyola és d'uns 9,8 g/dia (10), equivalent a gairebé uns 4000 mg de sodi, el que representa aproximadament el doble del màxim de consum diari recomanat per l'OMS. Pel que fa als infants, també s'ha demostrat que tenen un consum elevat de sal, uns 7,8 g de sal/dia versus els 4 g de sal diaris que recomana la OMS (11).

L'excés de consum de sal és un factor de risc de malalties cardiovasculars, i s'ha vist que, per contra, una disminució del consum excessiu de sal disminueix significativament el risc de patir aquestes malalties (9). Aquest excés de consum és degut a estils de vida malsans relacionats amb el consum freqüent d'aliments molt rics en sal i altres ingredients, que arriben a aportar més d'un 77% de la ingesta de sal diària mitjana espanyola (12). És per això que s'han plantejat diverses estratègies, tant a escala mundial com estatal, per reduir el contingut de sal en aliments rics en aquest additiu, que permetin reduir la ingesta de sal de la població (9, 12). Alguns d'aquests aliments són el pa, aperitius salats, brioixeria, salses i formatges, entre d'altres.

L'any 2016 l'Associació Espanyola de Consum, Seguretat Alimentaria i Nutrició va dissenyar un pla de reducció de sal, sucre i greixos saturats en diferents productes, molt consumits per la població espanyola, dintre de l'estratègia NAOS. Aquesta es basa en reduir, entre altres, el contingut mitjà de sal afegida en diferents aliments.

Els objectius de reducció del contingut de sal són (12):

- 16% en derivats carnis com els embotits i salses com la maionesa.
- 13,8% en patates fregides.
- 10% en plats preparats i salses com tomàquet sofregit.
- 6,7% en cremes de verdures.
- 5% en salses com quètxup i productes d'aperitiu.

Dintre d'aquesta estratègia també es pretén reduir l'oferta d'aquests aliments en els diferents establiments de restauració o en restauració col·lectiva com menjadors escolars i hospitals.

A l'hora de reduir el contingut de sal en diferents productes es plantegen diversos problemes ja que, a part del component organolèptic, la sal té altres papers en els aliments com el de conservant. És per això, que en aquest treball es pretenen explicar les diferents estratègies i substituïts que es coneixen per reduir el contingut de sal en els aliments.

## 2. OBJECTIUS

Com avui en dia, un dels problemes pel que fa a l'alimentació de la població és l'elevat consum de sodi, l'objectiu d'aquest treball és conèixer les diferents estratègies que existeixen per reduir el contingut de sal en els aliments i així reduir el consum de sodi de la població.

Un cop conegudes les estratègies que existeixen actualment, es pretén identificar:

- l'impacte que tenen en la salut, tant a curt com a llarg termini,
- quina podria ser la millor estratègia, tenint en compte les característiques tecnològiques, organolèptiques i els efectes en la salut dels diferents substituïts

## 3. METODOLOGIA

En ser un treball d'aprofundiment bibliogràfic sobre els substituïts de la sal, s'han consultat estudis i altres fonts d'informació que tractessin sobre la sal, els substituïts que hi ha actualment i els seus impactes en la salut per tal de poder fer una revisió sistemàtica dels diferents articles científics. També s'han consultat llibres sobre les funcions de la sal en els aliments per poder tenir un coneixement més ampli sobre en quins productes s'apliquen les diferents estratègies i si afecten en el resultat final del producte.



Un cop obtinguda aquesta informació, per conèixer les diferents estratègies per substituir la sal, s'ha realitzat la cerca mitjançant cercadors com el PubMed on s'han introduït els termes: "sodium chloride", "sodium", "table salt", "salty food", "salt substitute", "flavor enhancer", "salt enhancer", "high salt diet", "savory", "hypertension", "glutamate", "IMP", "5'-ribonucleotides", "lactate", "herbs", "spices", "yeast extract", "hydrolysed vegetal protein". Posteriorment, per conèixer l'impacte d'aquests en la salut, s'han afegit termes com: "health", "food", "additive", "food additive", "impact", "impact on health". També s'han consultat documents oficials sobre polítiques de salut pública i reglaments europeus, així com documents de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) per consultar qüestions relacionades amb els additius.

La cerca s'ha fet en anglès i s'han inclòs articles que parlessin sobre la sal i els seus substituïts afegits en aliments així com estudis sobre l'efecte d'aquests en humans. Per tant, s'han exclòs els estudis en animals o sobre els diferents compostos en altres àmbits.

#### 4. DESCRIPCIÓ DETALLADA DE L'ESTAT ACTUAL DELS CONEIXEMENTS

Segons l'OMS, les malalties no infeccioses són la primera causa de mort a escala mundial (1). L'excés de consum de sodi s'associa amb diverses d'aquestes malalties, com la hipertensió, les malalties cardiovasculars o els accidents cerebrovasculars. Diversos estudis publicats en els últims anys, demostren que una disminució de la ingesta de sal, i de sodi, està relacionada directament amb una menor incidència d'aquestes malalties (9.)

El sodi, en tenir una funció clau en la regulació del líquid extracel·lular, està directament relacionat amb la pressió arterial. Nombrosos estudis han relacionat positivament un alt consum de sodi amb un major risc de morbiditat de malalties cardiovasculars com la malaltia coronària i accidents cerebrovasculars, a més d'estar relacionat amb l'alteració de la funció cardíaca i la pressió arterial. Per altra banda, s'ha comprovat que una disminució del consum de sodi millora paràmetres com la pressió sistòlica, tant en persones normotenses com en hipertenses (13).

Cal destacar que no només es relaciona el sodi amb aquestes malalties sinó que el ió clorur també té un paper destacat, al estar implicat en l'alliberació de renina i en altres mecanismes que influeixen en la modulació de la pressió arterial (13, 14).

També es creu que un excés de clorur de sodi pot estar relacionat amb una major susceptibilitat a carcinògens com les nitrosamines, a infeccions gàstriques per *Helicobacter Pylori* o a una inadequada protecció contra els danys produïts pels radicals lliures. (13)

Cal tenir present que pràcticament el 100% del sodi ingerit s'absorbeix, només hi ha petites pèrdues en determinades circumstàncies com en climes extrems. L'excreció urinària és el principal mecanisme de regulació d'aquest nutrient, pel que també es relaciona el consum de sodi amb la funció renal, que es veu alterada quan hi ha un excés de consum. (9)

Tenint en compte totes aquestes evidències, queda clar que la reducció del consum de sodi de manera global pot suposar un impacte en la salut pública, així com una millora de la qualitat de vida de la població i una reducció de les despeses en recursos sanitaris (1, 15, 16).

Existeixen diverses estratègies orientades a reduir el contingut de sal en els aliments i d'aquesta manera aconseguir disminuir el consum de sal de la població. Per poder conèixer quines són les millors, cal tenir en compte diferents aspectes com quins són els aliments en els que s'ha de reduir el contingut de sal, quines funcions fa la sal en aquests aliments o quins tipus d'estratègies i substituïts de la sal existeixen. A continuació, es detallen tots aquests elements que cal saber abans d'aplicar les diferents estratègies i l'estat actual d'aquests conceptes.

#### 4.1 ALIMENTS RICS EN SAL

Actualment, hi ha en el mercat una gran oferta de productes que acostumen a tenir una quantitat elevada de sal. A més, molts d'aquests aliments són consumits diàriament per milions de persones provocant així, greus problemes de salut com s'ha comentat anteriorment. És important conèixer quins aliments són els que aporten més quantitat de sal per tal de reduir-ne el consum o la quantitat de sal present en ells.

Segons el Reglament (CE) N° 1924/2006, la classificació dels aliments en funció del contingut de sal o equivalent en sodi, s'estableix de la següent manera, com es mostra en la Taula 1:

<b>Classificació</b>	<b>Contingut de sal (g/100 g o mL de producte)</b>	<b>Contingut de Na (g/100 g o mL de producte)</b>
Alt en sal	>1.5	>0.6
Contingut normal	0,3-1.5	0.12-0.6
Baix en sal	<0.3	<0.12
Molt baix en sal	<0.1	<0.04
Sense sal	<0.0125	<0.005
Sense sal afegida	<0.3 i no conté sal entre els ingredients	<0.12 i no conté sal entre els ingredients

**Taula 1.** Classificació dels aliments segons el seu contingut en sal (17 i 18).

Seguint aquests valors, trobem diferents grups d'aliments dintre de la indústria alimentaria, que es classificarien com a alts en sal i per tant serien objectiu de les polítiques de reducció de sal, segons es recullen en la Taula 2:

Grup d'aliments	Contingut mitjà de sal (g/100 g)	Exemples d'aliments	Contingut mitjà de sal (g/100 g de producte)
Aperitius salats	1.26	Galetes salades	1.54
		Patates fregides	1.03
Brioixeria i galetes	0.61	Galetes tipus Maria	0.67
		Croissants	0.79
Productes càrnics	1.89	Fuet	3.94
		Pernil cuit	1.59
Cereals d'esmorzar	0.59	Arròs inflat	1.5
		Flocs de blat	1.02
Conserves de peix i marisc	1.19	Anxoves	12.0
		Escopinyes	1.54
Conserves vegetals	0.85	Olives	4.20
		Cogombres	1.70
Pans industrials	1.19	Pa de motlle blanc	0.89
		Pa torrat	0.28
Plats precuinats	0.92	Pizzes	1.45
		Croquetes	0.94
Formatges	1.04	Formatge blau	3.14
		Formatge fresc	0.81
Salses	1.42	Maionesa	0.82
		Salsa de soja	14
Sopes i brous	2.05	Pastilles de brou	8.59
		Brou i cremes	0.74

**Taula 2.** Recull dels principals grups d'aliments rics en sal, el seu contingut mitjà d'aquests additiu i alguns exemples d'aliments (19).

Com es pot veure, tots aquests aliments tenen un contingut suficient de sodi com per a considerar-los alts en sal.

Per altra banda, també és interessant veure les diferències del contingut de sal en un mateix aliment en funció del processat (Taula 3). Així per exemple, es pot veure com els derivats fermentats i les conserves tenen continguts de sodi més elevats que el producte fresc.

Aliment	Diferents processats del mateix aliment	Contingut de sal (g/100 g de producte)	Contingut de sodi (g/100 g de producte)
Salmó	Salmó fresc	0.12	0.047
	Salmó enllaunat	0.50	0.20
	Salmó fumat	3.85	1.54
Ceba	Ceba fresca	0.03	0,01
	Ceba escalivada	0.35	0.14
	Ceba encurtida	5.10	2.04
Tomàquet	Tomàquet natural	0.05	0.02
	Sofregit de tomàquet comercial	1.35	0.54
	Quètxup	2.25	0.9

**Taula 3.** Exemples de com canvia el contingut de sal en un mateix aliment segons el tipus de processat que té (20).

#### 4.2 FUNCIONS DE LA SAL

La sal s'associa normalment amb l'aportació del gust salat als aliments, però cal tenir en compte que no és l'única funció que la sal realitza, també té funcions de seguretat alimentària o econòmiques entre d'altres. És important conèixer totes aquestes funcions a l'hora de definir els percentatges de sal a reduir o com substituir-la per altres compostos. Com es pot veure a la taula anterior (Taula 3), depenent del tipus de processat a que ha estat sotmès un aliment, el seu contingut en sal varia en funció de la utilitat que aquesta té en cada cas. En aquest sentit, la fermentació i/o l'enllaunat augmenten els nivells de sodi.

En la següent taula (Taula 4), es presenten les principals propietats que té la sal com a additiu en els aliments i per què s'utilitzen. Totes aquestes característiques, cal tenir-les en compte a l'hora d'aplicar les diferents estratègies de reducció del contingut de sal:

Característica	Funcions	Aplicació	Exemple d'utilitat
Contingut elevat de sodi	Organolèptica	Aporta sensació de gust salat al ser detectat pels receptors epitelials, ENaC.	Condiment utilitzat popularment arreu del món.
Disminució de l'activitat d'aigua	Seguretat alimentària	Conservant afegit en líquids de cobertura o de forma sinèrgica amb altres conservants.	Afegit juntament amb nitrits en els embotits.
	Organolèptica	Potenciació d'aromes. Redueix l'aigua lliure en els aliments.	Afegida en rebosteria per potenciar la dolçor. Aporta tendresa en productes càrnics.

Bacteriostàtic potent	Seguretat alimentària	Substitut de conservants.	Permet reduir el contingut de diòxid de sofre, potencial al·lergen.
Fermentació làctica	Seguretat alimentària	Perjudica als microorganismes patògens presents en els aliments.	Control del <i>Clostridium botulinum</i> en conserves i embotits.
	Productes fermentats	Afavoreix als bacteris halòfils.	Fermentació de la salsa de soja.

**Taula 4.** Taula resum de les diferents funcions que realitza la sal als aliments.

A continuació, s'explica amb més detall cada funció de la sal i perquè cal tenir-les en compte a l'hora de dissenyar estratègies per substituir-la:

#### 4.2.1 Organolèptica

El gust salat ens indica un contingut elevat de sal, i de sodi, en els aliments. Fisiològicament, això ens ajuda a detectar quins aliments ens poden aportar sodi i poder regular els nivells d'aquest mineral de forma adequada, en ser aquest un nutrient essencial pel nostre cos (21).

Els aliments amb gust salat són aquells que contenen, principalment, sodi combinat amb altres minerals com el calci o el potassi (22). De tots aquests compostos, el que produeix un gust més salat és el NaCl, o sal comuna, degut a que el sodi té un mecanisme de transducció exclusiu, un canal de sodi epitelial (ENaC), localitzat en les papil·les gustatives de la llengua. Amb aquest canal iònic, i a través d'una sèrie de mecanismes, es converteix la identitat química del sodi en senyals elèctriques que es propaguen pel sistema nerviós fins al cervell, fent que percebem el gust salat (23, 24, 25). Aquest canal és, pràcticament, específic pel sodi, ja que altres minerals hi poden passar però no provoquen gust salat (26). Aquesta especificitat fa que sigui molt difícil trobar un substitut del sodi pel que fa al gust salat.

A part d'aportar el gust salat, la sal també té un paper hedònic en els aliments. A l'afegir una certa quantitat de sal als aliments la palatinitat d'aquests augmenta, provocant així una major acceptació. Això és gràcies al fet que, en reduir l'activitat d'aigua dels aliments, la sal compromet les molècules d'aigua, provocant desnaturalització proteica i potenciant les aromes (27). Aquesta característica és una de les més importants a tenir en compte per la indústria, ja que en aliments com els aperitius salats té un paper clau en l'acceptació per part dels consumidors.

Altres característiques de la sal són la millora de la percepció de la consistència i textura d'un producte, la potenciació dels aromes propis dels aliments i l'emascament de gustos anòmals, com els metàl·lics i els químics (28). Per tant, també són elements a tenir en compte

per la indústria alimentària a l'hora de dissenyar productes, com per exemple, baixos en greix o fortificats amb components fitoquímics que acostumen a tenir gust amarg i atorgar sensació d'astringència.

Tot i el component hedònic que ens produeix la presència de sal en els aliments, hi ha evidència de què el paladar s'adapta a diferents concentracions. És a dir, una persona amb una adherència a una dieta amb una quantitat elevada de sal, pot reeducar el paladar i anar reduint progressivament la quantitat de sal, conservant la percepció organolèptica del principi, sense notar la pèrdua de gust que li podria provocar una disminució de sal brusca. Aquesta adaptació hedònica requereix entre 8-12 setmanes, tot i que, al cap de dues setmanes es comencen a veure resultats (29,30). L'adaptació només es produeix si hi ha una disminució tant de la ingesta com de l'exposició sensorial, la percepció del gust salat al principi ha de ser lleugerament menor fins a anar acostumant al paladar (31). D'aquesta manera podem reduir significativament la concentració de sal en un aliment de forma progressiva sense que això impliqui la pèrdua de percepció hedònica del menjar ni la pèrdua d'adherència a una dieta. Aquesta estratègia de reeducació del paladar s'ha utilitzat amb èxit en l'àmbit dels forners pel pa i es pot utilitzar en altres sectors com els carnis així com per reduir el consum de sal afegida a la llar.

#### 4.2.2 Seguretat alimentària

La sal és un bacteriostàtic, tant és així que va ser un dels primers agents conservants utilitzats per l'home. Els microorganismes patògens no accepten bé la sal i, en canvi, s'afavoreix la fermentació per part dels halòfils. Aquestes fermentacions, principalment per bacteris de l'àcid làctic, encara contribueixen més a la conservació dels aliments. Actualment, forma part del líquid de cobertura de nombroses conserves vegetals i és un dels conservants més utilitzats, tot i que, de forma sinèrgica i combinada amb altres conservants.

La principal característica de la sal és que també permet disminuir l'activitat d'aigua dels aliments, reduint així l'aigua disponible pel creixement microbià i per reaccions químiques. Això és possible per l'habilitat dels ions de sodi i clorur d'associar-se amb les molècules d'aigua (32,33). A més, la sal en els aliments també pot provocar un xoc osmòtic en cèl·lules microbianes, causant una pèrdua d'aigua que provoca la plasmòlisi cel·lular induint la mort dels patògens (34). En aquest sentit, s'ha vist que té més capacitat de reduir l'activitat d'aigua que altres conservants o que el sucre. Aquesta propietat és útil perquè permet reduir o eliminar la quantitat de conservants artificials com el diòxid de sofre, un possible al·lergen, o disminuir l'efecte de processos tecnològics que poden comportar pèrdues de vitamines o de qualitat organolèptica en els aliments (28).

Aquest paper tecnològic com a conservant és molt destacat en aliments fermentats com els embotits crus-curats, els formatges i els vegetals encurtits, així com en la majoria de

conserves. Cal tenir en compte aquesta funció si es vol reduir el contingut de sal en aquests productes, ja que si reduïm la quantitat de sal, la seguretat de l'aliment es pot veure comprometida.

#### 4.2.3 Fermentació làctica

Com ja s'ha mencionat en l'apartat anterior, la capacitat que té la sal de reduir l'activitat d'aigua i per tant de controlar el creixement de microorganismes, s'utilitza, a part de per conservar aliments, per crear el medi idoni per la fermentació làctica en la maduració de formatges, en l'elaboració de conserves de vegetals fermentats com les olives o en la salsa de soja (35).

En el cas del formatge, la sal té un paper clau en el procés de maduració. A l'afegir sal als formatges, es redueix l'activitat del ferment i d'aquesta manera es controla que no hi hagi un sobrecreixement i el formatge pugui madurar adequadament (36, 37).

Respecte dels vegetals fermentats, com les verdures encurtides, les olives, les tàperes, els cogombres o molts derivats de la soja, la sal està present en el procés de fermentació, ajudant a crear el medi idoni perquè es dugui a terme la fermentació làctica. En aquesta, el paper de la sal és promoure el creixement d'aquells microorganismes desitjats per aconseguir un producte final organolèpticament particular i, per altra banda, evitar el creixement d'aquells que són perjudicials per a la fermentació. Si es substitueix la sal en aquests aliments, pot provocar fermentacions espontànies amb sobrecreixement d'altres microorganismes, tant dels perjudicials com dels alterants, obtenint un producte no apte pel consum (38).

A la Taula 5 es resumeixen les funcions tecnològiques i organolèptiques fonamentals en diferents grups d'aliments.

<b>Grup d'aliments</b>	<b>Funcions de la sal en ells</b>	<b>Proporció de sal mínima per un resultat òptim</b>
Pa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilitat del gluten</li> <li>- Control de la fermentació</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>	2% de sal del pes de farina
Brioixeria i rebosteria	- Potenciar el gust i equilibrar la dolçor	1-1.5% de sal del pes de farina

Aperitius salats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Percepció de textura cruixent</li> </ul>	Depenent de l'assaonament: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust a formatge: 6% de sal del total del pes de saboritzants</li> <li>- Gust a barbacoa: 20% de sal del total del pes de saboritzants</li> </ul>
Embotits i conserves de peix	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i> i eliminar paràsits com <i>Anisakis simplex</i></li> <li>- Aporta tendresa</li> <li>- Curació: evitar el contacte amb l'oxigen i promoure l'alliberació d'aigua</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>	1-5% de sal del pes total
Salses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentació: en salses fermentades com la salsa de soja</li> <li>- Control dels microorganismes</li> <li>- Desenvolupament d'aromes: sobretot en la salsa de soja</li> <li>- Gust salat</li> </ul>	1-2% de sal del pes total En ocasions pot arribar a més del 10% de sal, com per exemple, en la salsa de soja.
Conserves vegetals o encurtits	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentació làctica</li> <li>- Control dels microorganismes</li> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i></li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Canvis de textura en les verdures</li> </ul>	5-25% de sal de la solució aquosa
Formatges	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maduració: fermentació làctica</li> <li>- Control dels microorganismes</li> <li>- Curació: formació de la costra i promoure l'alliberació d'aigua</li> <li>- Desenvolupament d'aromes</li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Gust salat</li> </ul>	Depèn del tipus de formatge i les seves característiques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parmesà: 2.1% de sal del pes total</li> <li>- Emmental: 0.8% de sal del pes total</li> </ul>
Productes precuinats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i></li> <li>- Gust salat</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>	Depèn del tipus de producte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Embotits</li> </ul>



Cereals d'esmorzar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust i equilibrar la dolçor</li> <li>- Estabilitat de la gelatinització del midó per aportar sensació de cruixent</li> </ul>	2% del pes dels cereals
--------------------	--	-------------------------

**Taula 5.** Funcions de la sal en els diferents grups d'aliments i la quantitat mínima de sal necessària per aconseguir resultats òptims (39, 40).

#### 4.2.4 Econòmica

A part de les funcions pròpies de la sal com a additiu alimentari també cal tenir en compte la part econòmica de substituir o reduir el seu contingut en aliments i la repercussió que tindria en les empreses alimentàries i en el preu final dels aliments que els consumidors haurien d'abonar.

La substitució de la sal per altres compostos, comporta inversions en recerca sobre la viabilitat en la utilització de diferents substituïts i la seva seguretat i eficàcia en els diferents aliments. També caldria realitzar estudis de consum i acceptabilitat dels productes que garantissin que els resultats són els mateixos o el més semblants possibles a l'aliment "original". A més que, probablement, el cost del substituït de la sal o saboritzant sigui major que el de la mateixa sal. Encara avui en dia no s'ha trobat el substituït ideal i els que s'utilitzen de forma sinèrgica encareixen el preu del producte final (28).

#### 4.3 ESTRATÈGIES DE REDUCCIÓ DEL CONTINGUT DE SAL

Està clar que el consum de sal en la població en general és elevat i que aquest causa patologies relacionades amb un consum elevat de sodi. La millor solució a aquest problema seria fer estratègies d'educació nutricional a la població per tal de reduir el consum d'aquells productes que contenen un elevat contingut de sal, ja que la majoria dels casos, es tracta de productes malsans i superflus com les galetes, els embotits i els aperitius salats. D'aquesta manera, es reduiria dràsticament el consum de sodi de la població, ja que només s'obtindria el sodi d'aliments que el portessin de forma intrínseca o de la sal afegida en les preparacions a la llar. Encara que seria la millor opció és poc viable, ja que el consum d'aquests aliments està molt establert i és molt difícil canviar aquests hàbits en tota la població. És per això que la millor estratègia, en aquesta situació, serà reduir el contingut de sal dels aliments que ho requereixin.

La reformulació consisteix a millorar el contingut de certs nutrients seleccionats dels aliments, com la sal, el sucre o els greixos saturats, modificant algun dels seus components sense que això porti a un augment del contingut energètic ni d'altres nutrients i mantenint la seguretat alimentària, el sabor i la textura perquè el producte segueixi sent acceptat pels

consumidors(41). Aquesta modificació es pot fer fins a certs percentatges, degut als aspectes tecnològics, organolèptics, microbiològics o econòmics com s'ha comentat en l'apartat anterior (42).

Actualment, no es coneix cap substitut de sal sense sodi, ja que, a diferència dels edulcorants, no hi ha cap substància, ni natural ni artificial, capaç d'activar els mecanismes de transducció del gust salat que no sigui pròpiament el sodi o el liti, però aquest últim en tenir una alta toxicitat no es pot utilitzar (28).

És per tot això que existeixen diverses estratègies a seguir per tal de disminuir la quantitat de sal en els aliments:

- Reduir progressivament el contingut de sal en determinats productes.
- Substituir la sal per altres components amb menys quantitat de sodi o d'altres minerals però que també aportin gust salat.
- Afegir savoritzants o potenciadors del sabor per compensar la falta de sal i del gust salat.

A continuació s'expliquen detalladament les diferents estratègies que hi ha per tal de reduir el contingut de sal en els aliments.

#### 4.3.1 Reducció progressiva del contingut de sal

La primera estratègia per reduir el consum de sodi és reduir de forma progressiva el contingut de sal en determinats productes, com el pa o la brioixeria. Com s'ha comentat en l'apartat anterior, existeix evidència de què es pot reeducar el paladar pel que fa al gust salat, reduint de forma progressiva la quantitat ingerida i fent que, a la llarga, es necessiti menys quantitat de sodi per notar el gust salat i les sensacions hedòniques que provoca la sal (27). Tot i ser una estratègia molt interessant es presenten diversos factors que dificulten la seva aplicació.

El primer de tots és que és una estratègia a llarg termini (42). Per poder reduir significativament la sal de determinats productes, s'hauria d'estar uns quants anys reduint progressivament la quantitat afegida en aquests productes per tal d'acostumar el paladar dels consumidors i així tenir una bona acceptació per part d'aquests.

A més, és una estratègia que es pot aplicar a relativament pocs productes, ja que en la majoria de productes amb un contingut elevat de sodi, la sal té un paper important en la seguretat alimentària, com ja s'ha comentat anteriorment. Aquesta circumstància dificulta la viabilitat d'aquesta estratègia, fent que hi hagi productes que puguin reduir poc o quasi gens la quantitat de sal afegida i, per tant, segueixin tenint un contingut elevat en sodi. Un altre

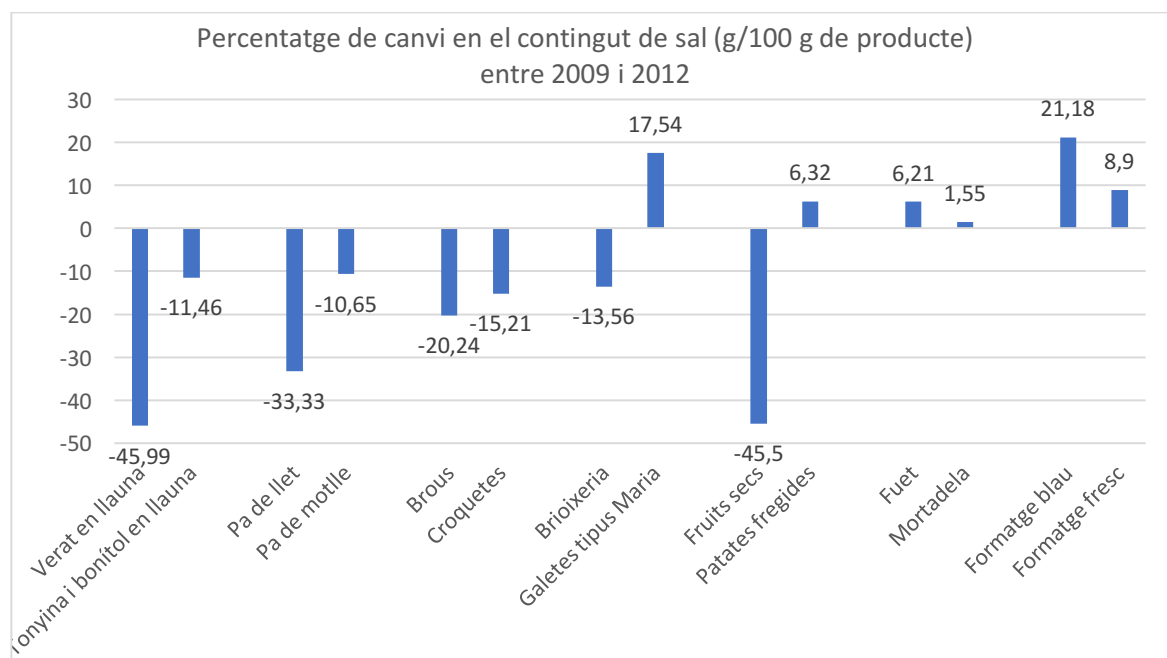
inconvenient pot ser que una disminució de la quantitat de sal provoqui canvis en els aromes característics en certs aliments com formatges o en la salsa de soja (38).

És important tenir en compte també que la reducció de sal ha de ser en tots els productes del mateix grup d'aliments disponibles al mercat. Si no fos així, segurament la majoria de consumidors, de manera inconscient, optaria pel producte amb un contingut de sal normal i, aleshores, l'estratègia no tindria sentit.

Tot i això, hi ha estratègies tant a escala nacional com internacional per, a llarg termini, reduir la quantitat de sal en aliments com el pa o la farina (42).

En l'àmbit nacional, dintre de l'estratègia NAOS, s'han elaborat diferents plans de reducció de sal en diversos aliments com en el pa, on es pretenia reduir el percentatge de sal utilitzat, passant de 22 g de sal/kg de farina utilitzada fins a un màxim de 18 g de sal/kg de farina utilitzada en un temps de quatre anys (43). A mitjans de 2008 es va concloure que la mitjana de sal en aquests productes era de 16,3 g de sal/ kg de farina utilitzada (44).

Tal com es pot veure en aquest gràfic (Gràfic 1), el contingut de sal ha anat disminuint en alguns aliments, i en aquells en què va augmentar el percentatge de sal, actualment ja hi ha polítiques per disminuir el seu contingut, com en el cas dels embotits.



**Gràfic 1.** Percentatge de canvi en el contingut de sal (g/100 g de producte) entre 2009 i 2012 (19).

L'any 2019 es va publicar el Real Decret 308/2019 on s'estableix el límit màxim de contingut de sal permès en el pa, sent aquest màxim 16,6 g de sal/ kg de pa que serà obligatori a partir de l'1 d'abril de 2022 (45).

L'any 2014, també dintre de l'estratègia NAOS, es va proposar un pla de reducció del contingut de sal i greix en embotits en el que es volia reduir fins a un 10% del contingut mitjà de sal d'aquests productes (46).

En l'àmbit internacional, l'any 2013, l'Assemblea Mundial de la Salut, per tal de reduir i controlar les malalties no infeccioses va acordar, entre d'altres actuacions, una reducció del 30% de la ingesta mitjana de sal pel 2025 (47).

#### 4.3.2 Substituts de la sal

Com ja s'ha mencionat anteriorment, encara no s'ha trobat cap compost sense sodi que aportí unes característiques organolèptiques semblants a les de la sal. Tot i això, hi ha compostos, sobretot clorurs d'altres minerals, que aporten un lleuger gust salat i que, utilitzats de forma sinèrgica amb la sal, poden ajudar a reduir el contingut d'aquesta. També hi ha altres compostos que contenen sodi que tenen més poder salat que la sal, com cristalls de sal amb l'estructura cristal·lina modificada i, per tant, amb menys quantitat d'aquests s'obté un resultat semblant al de la sal.

##### 4.3.2.1 Clorurs

El primer grup de compostos interessants a estudiar són els clorurs, el clorur de potassi (KCl), el clorur de liti (LiCl), el clorur de calci ( $\text{CaCl}_2$ ) i el clorur de magnesi ( $\text{MgCl}_2$ ) (48, 49). Tot i aportar un lleuger gust salat, l'únic substitut utilitzat en la indústria és el KCl, ja que en els altres compostos predomina el gust amarg per sobre del salat, i en el cas del LiCl pot provocar toxicitat.

##### **Clorur de potassi (KCl)**

Aquest és el substitut de sal més utilitzat, de forma sinèrgica, amb la sal comuna. És una de les úniques sals sense sodi que aporta un gust salat semblant al de la sal, tot i que encara no es coneixen els mecanismes pels quals aporta aquest gust (48, 50).

El KCl s'utilitza, principalment, combinat amb la sal de taula en proporcions de 30:70 o 50:50 ja que si es fa servir en majors proporcions, aporta gust amarg en els aliments (51, 52). A vegades, el KCl s'utilitza com a únic condiment salat, en aquest cas cal afegir altres compostos anomenats inhibidors del gust amarg. Aquests compostos són, majoritàriament, edulcorants com la sacarosa o la taumatina. La sacarosa permet emmascarar el gust amarg del KCl però no sempre resulta suficient. La taumatina, per altra banda, és una proteïna amb un poder edulcorant molt major que el de la sacarosa (48), i utilitzada en petites quantitats és suficient per emmascarar el gust amarg del KCl. També hi ha altres inhibidors del gust amarg que no són edulcorants, com l'àcid 2,4-dihidroxibenzoic (DHB). Aquest emmascara els gustos amargs

i metàl·lics dels substituïts de la sal i s'utilitza, principalment, en preparats de barreges de condiments que enlloc de sal contenen clorur de potassi (53). També es pot utilitzar juntament amb potenciadors del gust, com el glutamat de monosodi. Aquesta combinació permet aconseguir condiments que substitueixen la sal pel que fa a les qualitats organolèptiques.

El clorur de potassi té diverses aplicacions, s'afegeix a productes com formatges, pans o embotits (54) i també s'utilitza com a substitut de la sal de taula en les llars, està indicat sobretot en persones que tenen alguna patologia on el clorur de sodi juga en contra, com per exemple la hipertensió o les patologies renals (21).

#### 4.3.2.2 Modificacions dels cristalls de sal

Una altra estratègia per substituir la sal és modificar l'estructura cristal·lina o la granulometria de la sal augmentant així la percepció del gust salat. Aquesta propietat està molt relacionada amb la capacitat dels cristalls de sal de dissoldre's, ja que el gust salat del clorur de sodi només s'aprecia quan es troba dissolt. En el cas dels cristalls de sal, quan entren en contacte amb la nostra llengua i la saliva es dissolen, sent aleshores, quan percebem el gust salat. La velocitat en què es dissolen els cristalls és, principalment, el motiu pel qual es percep de diferent forma

##### **Alteració de la forma cristal·lina de la sal**

La manera d'obtenir la sal repercuteix en la forma cristal·lina del producte final. La densitat del cristall així com la forma d'aquest, afecta el temps de dissolució. Una sal amb cristalls fins i amb una superfície gran es dissol abans i per tant, aporta una major sensació de salat. Per altra banda, cristalls grans amb forma piramidal tenen un temps de dissolució major i per tant aconseguen donar una menor sensació de salat (55).

##### **Alteració de la granulometria de la sal**

S'ha vist que la sal amb uns cristalls més petits, produeix la percepció del gust salat de forma més ràpida i intensa que sal amb cristalls més grans. (56) Per tant, com més petits siguin els cristalls de sal i més fina sigui aquesta, més ràpid es percebrà el gust salat.

Aquests dos mètodes es poden utilitzar conjuntament, una sal fina amb cristalls poc densos serà més fàcil de dissoldre's.

S'ha de tenir en compte que aquestes estratègies només es poden aplicar a aliments que continguin la sal de manera sòlida a la superfície de l'aliment. Per tant, la seva utilitat es troba bastant limitada, només es poden utilitzar en aliments com aperitius salats o patates fregides de bossa. A més, no deixa de ser clorur de sodi i per tant, encara que es necessiti menys

quantitat que de sal comuna, estarem aportant una quantitat significativa de sodi als aliments. Tot i això, és una bona estratègia a tenir en compte a l'hora de reduir el contingut de sodi en els aliments de forma temporal (55, 56).

#### 4.3.3 Potenciadors del gust

Una altra estratègia que es pot utilitzar per reduir el consum de sal és afegir potenciadors del gust per augmentar la percepció del gust salat o altres gustos en els aliments. Els potenciadors del gust són compostos que ajuden a percebre el gust d'un aliment o component com per exemple, la sal, encara que aquest es trobi en poques quantitats (21).

Molts dels potenciadors de gust utilitzats, a part de reforçar el gust salat, aporten gust umami. Aquest gust està definit com a un gust salat plaent aportat pel glutamat i ribonucleòtids, que es troba de forma natural en diferents aliments com la carn, peix, vegetals i làctis (28). El gust umami permet potenciar més les qualitats organolèptiques dels aliments fent així que siguin més agradables pel consumidor i que es pugui reduir la quantitat de sal afegida.

Els potenciadors del gust més utilitzats en la indústria són:

##### 4.3.3.1 Glutamats

El glutamat és un aminoàcid no essencial responsable de produir el gust umami, juntament amb els ribonucleòtids. A més, aquests dos compostos potencien el gust salat del sodi, motiu pel qual s'utilitzen com a additius als aliments. El glutamat se sol afegir combinat amb altres minerals, com el sodi, donant lloc a sals, tot i que també es pot afegir en forma d'àcid glutàmic. Les sals que podem trobar són: el glutamat de monosodi, el glutamat de monopotassi i el diglutamat de calci (28). Tots aquests glutamats s'utilitzen també de forma sinèrgica amb ribonucleòtids per contrarestar gustos amargs i potenciar el gust umami, salat i la percepció de plenitud dels aliments.

##### **Glutamat monosòdic**

El glutamat més utilitzat per la indústria en aquestes ocasions és el glutamat monosòdic (28). Gràcies al gust umami que aporta el glutamat, entre altres factors, s'ha comprovat que millora la percepció de la textura i l'acceptació dels aliments per part dels consumidors, augmentant així la preferència pels aliments que en contenen.

El glutamat monosòdic es troba present de forma natural en aliments com el tomàquet, el formatge parmesà i els bolets, tot i que, la majoria del glutamat monosòdic afegit en els aliments es sintetitza artificialment (57).

Normalment el glutamat monosòdic s'afegeix en aliments salats amb gustos intensos com els aperitius salats o els plats precuinats. En molts d'aquests plats no fa la funció de substituir el contingut de sal, sinó que ajuda a potenciar el seu gust, fent que sigui més acceptat pels consumidors. A més, aquest additiu contribueix a l'aportació de sodi en la dieta, ja que conté un 21% d'aquest mineral. Per tant, caldria ser prudent amb la utilització d'aquest additiu a l'hora de dissenyar productes baixos en sodi.

Malgrat que el glutamat està establert com a un additiu segur per l'EFSA, amb una ingesta diària acceptable de 30 mg/kg de pes corporal al dia, en els últims anys ha generat molta controvèrsia (58). En alguns estudis s'ha evidenciat que el glutamat afegit en aliments pot provocar reaccions al·lèrgiques i que contribueix directament al desenvolupament de malalties no infeccioses com l'obesitat o alteracions neurològiques (59, 60), tot i que l'EFSA no recolza aquesta última hipòtesi.

#### 4.3.3.2 L-arginina i L-lisina

Aquests aminoàcids, quan es troben de manera lliure en els aliments, potencien el gust salat. Normalment, en la indústria alimentària s'utilitzen de forma sinèrgica amb altres compostos com el KCl per obtenir millors resultats i acceptació per part dels consumidors.

Els aminoàcids afegits a les diferents preparacions, s'obtenen de la hidròlisi enzimàtica de proteïnes on, a més de pèptids, altres aminoàcids i sals d'amoni, es troben aquests dos aminoàcids de forma lliure. La mescla resultant com a hidrolitzat de proteïnes deshidratat és el que s'afegeix en les preparacions, potenciant el gust salat dels aliments (61).

A més, aquests aminoàcids també tenen un paper important en la percepció de la textura i del color de diferents embotits com les salsitxes fresques o curades (62).

#### 4.3.3.3 5'-Ribonucleòtids

Un altre grup de compostos són els 5'-ribonucleòtids. Els que aporten més gust umami són la inosina-5'-monofosfat (IMP) i la guanosina-5'-monofosfat (GMP). Aquests dos compostos es troben de forma natural en el bonítol i els bolets xiitake, tot i que per utilitzar-los com a additiu es sintetitzen artificialment.

Encara que per si sols aquests compostos imparteixen gust umami i potencien el gust salat, s'acostumen a utilitzar de forma sinèrgica amb el glutamat de monosodi, ja que s'ha comprovat que d'aquesta manera s'aconsegueix un resultat més satisfactori. A més, afegits en gran quantitat i per si sols, generen un gust amarg que resulta desagradable pels consumidors (63).

Els ribonucleòtids estan establerts com a additius segurs per l'EFSA i com que no s'ha apreciat cap efecte nociu en consumir-se, no s'ha establert cap recomanació màxima d'ingesta diària, simplement s'aconsella un ús adequat de l'additiu (64).

#### 4.3.3.4 Lactats

S'ha observat que tant el lactat de sodi com el lactat de calci poden servir com a potenciadors del gust. A més, aquests dos compostos actuen també com a conservants, ja que retarden el creixement de certs patògens com el de la *Listeria Monocytogenes* i el del *Clostridium Botulinum* (40). Aquesta característica és un punt a favor d'aquests additius, perquè a part de potenciar el gust de la sal, aporten seguretat alimentària als aliments. Com s'ha comentat en l'apartat anterior, la manca de seguretat alimentària és una de les problemàtiques ocasionades per la reducció de contingut de sal dels aliments ja que aquesta té un gran poder bacteriostàtic.

Aquesta estratègia s'aplica a aliments com embotits crus-curats i derivats càrnis tant pel component organolèptic com pel de seguretat alimentària (40).

#### 4.3.4 Saboritzants

Els saboritzants són compostos que aporten, per si sols, gustos i aromes. Això permet contrarestar el contingut baix en sal o altres components aportant altres gustos que facin aquests aliments més palatables.

##### 4.3.4.1 Extractes de llevats

Els extractes de llevat són concentrats de les fraccions solubles de *Saccharomyces cerevisiae*. Per fer aquests concentrats s'utilitzen diferents mètodes, mitjançant àcids, enzims o grans quantitats de sal. Depenent del mètode emprat els extractes tenen diversos aromes, segons les interaccions que hagin pogut tenir lloc durant el procés d'hidròlisi. Els gustos que es poden obtenir són semblants al pollastre, la carn, el formatge o els bolets (65).

La hidròlisi permet alliberar compostos com glutamats o ribonucleics que, com s'ha comentat anteriorment, aporten gust umami i actuen sinèrgicament. Igual que amb la hidròlisi de proteïnes vegetals, els extractes de llevat són una manera d'obtenir glutamat i ribonucleics de forma natural i, per tant, permeten reduir el contingut d'aquests additius sintètics. (65) En els processos d'hidròlisi també es produeixen interaccions entre els ribonucleics o el glutamat amb altres aminoàcids com la cistina. Aquesta reacció és una de les responsables de donar gust de carn (65). També tenen lloc reaccions de Maillard i, gràcies als productes que es formen, s'obtenen aromes semblants al de carn cuinada (66).



#### 4.3.4.2 Proteïna hidrolitzada

Quan s'hidrolitza la proteïna, queda lliure el glutamat i altres aminoàcids que, com s'ha comentat anteriorment, aporten diferents aromes i gust umami. Un cop hidrolitzades, les proteïnes es deshidraten, creant concentrats amb molt de sabor on predomina el gust umami. Depenent si el procés d'hidròlisi es fa mitjançant àcid o mitjançant enzims, s'obtenen dos productes diferents. La proteïna hidrolitzada mitjançant àcid és d'un color marró fosc i té un gust salat intens, mentre que la hidrolitzada enzimàticament té un color més clar i no té un gust tant potent. Aquesta és una manera d'obtenir el glutamat de forma natural, a banda de l'arginina i la lisina (67,68). A l'incorporar aquests productes als aliments s'aporten aromes i gustos que poden contrarestar la falta de sal (69).

Les proteïnes que s'acostumen a hidrolitzar són les de soja, gluten, arròs i blat de moro. Normalment, s'afegeixen a preparats com sopes instantànies i plats precuinats, per aportar, sobretot, gust umami.

#### 4.3.4.3 Herbes aromàtiques i espècies

Les herbes aromàtiques i les espècies són parts de plantes, com les fulles, les escorces, les arrels o les llavors, que contenen un elevat contingut de substàncies i principis actius com polifenols. Moltes de les propietats atribuïdes a les herbes i espècies són degudes a la capacitat antioxidant i antiinflamatòria dels polifenols presents en aquestes (70). L'alfàbrega, el pebre, el coriandre, la canyella, la menta i el romaní en són exemples.

Són uns dels condiments més antics i que més s'utilitzen a les llars. Les seves característiques organolèptiques les fan molt bons substituïts de la sal, ja que aporten diferents aromes als aliments i permeten reduir el contingut d'aquesta sense percebre-ho. A més, són una molt bona estratègia per reduir el consum de sal de taula en les llars, ja que són de fàcil accés i aporten molts aromes. A part d'utilitzar-se de forma casolana, també es fan servir com a condiments en la indústria en embotits, salses o plats precuinats (71).

Tenint en compte totes aquestes propietats i beneficis es podria dir que aquestes serien un molt bon substituït de la sal. Tot i que en si no aporten gust salat ni les propietats hedòniques de la sal, que s'han explicat en aquest treball, a la llarga, podrien ser una estratègia per reduir el consum de sal. A més, com s'ha mencionat anteriorment el paladar és capaç d'adaptar-se a diferents concentracions de sal i, per tant, si es reeduca el paladar a baixes concentracions de sal i es substitueix la manca de sabor per les herbes aromàtiques i les espècies pot suposar una gran millora per la salut de la població (6).

En la següent taula (Taula 6) es mostra un resum de totes les estratègies explicades anteriorment, així com els aliments més freqüents on s'utilitzen:

<b>Estratègia</b>	<b>Tipus</b>	<b>Aplicació en aliments</b>
Reduir progressivament el contingut de sal d'un producte	Estratègies nacionals i internacionals per reduir la sal en aliments	Pa i embotits (plans dintre de l'estratègia NAOS)
Substituts de sal	Clorurs: Clorur de potassi (KCl) utilitzat de forma sinèrgica amb: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sal de taula en ratios de 50:50 o 30:70</li> <li>- inhibidors del gust amarg</li> </ul>	Afegit a la sal de taula Preparats de condiments amb altres additius Formatges, pa i embotits
	Modificacions en els cristalls de sal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura cristal·lina</li> <li>- Granulometria</li> </ul>	Aperitius salats Aliments on la sal es trobi a la seva superfície en forma de cristalls.
Potenciadors del gust	- Glutamat monosòdic	Aperitius salats, plats precuinats Preparats substitutius de sal
	- L-arginina i L-lisina	Embotits frescos i crus-curats.
	Ribonucleòtids: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inosina-5'-monofosfat</li> <li>- Guanosina-5'-monofosfat</li> </ul> Utilitzats de forma sinèrgica amb el glutamat de monosodi	Aperitius salats Preparats substitutius de sal
	Lactats: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lactat de sodi</li> <li>- Lactat de calci</li> </ul>	Embotits crus-curats
Saboritzants	Extractes de llevats	Plats precuinats com sopes instantànies
	Proteïna hidrolitzada	Sopes instantànies Aperitius salats
	Herbes i espècies	Substitut de sal Aromatitzar aliments

**Taula 6.** Taula resum de les diferents estratègies per reduir la sal, exemples de cada tipus d'estratègia i aliments on es sol aplicar.

## 5. DISCUSSIÓ I VISIÓ CRÍTICA

### 5.1 COMPARACIÓ ENTRE ELS DIFERENTS SUBSTITUTS

Un cop conegudes les diferents estratègies i les seves característiques, és interessant conèixer l'impacte que tenen en la salut, així com les funcions de la sal que compleixen, els aliments on es poden aplicar i el percentatge de sal que permeten reduir. Per això s'ha elaborat la següent taula (Taula 7):

Estratègia		Característiques	Funcions de la sal que compleix	Impacte en la salut	Aliments aplicable	% sal permet reduir
<b>Reducció progressiva del contingut de sal</b>		Reeducació del paladar de la població.	Organolèptica i hedònica, s'acostuma a noves concentracions.	Positiu, disminueix el consum de sodi i, per tant, millora la hipertensió (6).	Camp per estudiar. Aplicat ja en: - pa i derivats - embotits crus-curats	Quantitats significatives però a llarg termini.
<b>Substituts de la sal</b>	KCl	Un altre clorur que aporta un lleuger gust salat.	Organolèptica.	Positiu: -disminueix l'aport de NaCl. -millora la hipertensió en pacients hipertensos (72).	Substitueix, sobretot, la sal de taula.	100%, es poden trobar productes substitutius de sal, a base de KCl i altres compostos, sense NaCl.
	Sal amb l'estructura cristal·lina alterada	NaCl amb diferents estructures cristal·lines i granulometries.	Organolèptica i hedònica.	Semblant al de la sal, tot i que es necessita menys quantitat per obtenir resultats agradables (55,56).	Qualsevol aliment que porti la sal de forma sòlida a la seva superfície.	100% en els productes com aperitius salats.

<b>Potenciadors del gust</b>	Glutamat de monosodi	Potencia el gust salat i aporta gust umami.	Organolèptica i hedònica.	Negatiu, està directament relacionat amb malalties no infeccioses (73), pot provocar reaccions al·lèrgiques (74,75,76), alteracions neurològiques (76,77) i obesitat (60).	Àmplia aplicació com: aperitius salats, plats preparats i preparats substitutius de sal.	Per si sol no aporta sabor, necessita una petita quantitat de sal.  A més no es pot sobrepassar de la seva ingesta diària màxima, 30 mg/kg (78).
	L-arginina i L-lisina	Aporten gust salat.	Organolèptica.	Poc estudiat, encara que l'arginina s'utilitza com a suplement en patologies com la sepsis (79, 80) una ingesta elevada provoca problemes gastrointestinals (81).	Embotits frescos i crus-curats.	Pel que fa a l'arginina, la seva ingesta diària màxima, 30 g/kg de pes (82).  Respecte la lisina la ingesta diària màxima és de 12 mg/kg de pes/dia (83).
	5'-Ribonucleòtids	Semblant al glutamat però utilitzat sol aporta gust amarg.	Organolèptica.	Poca evidència, estudis demostren que no influencien en les senyals de sacietat però pot augmentar la ingesta al fer els aliments més apetitosos (84).	Afegit sinèrgicament amb el glutamat.	Poca quantitat, al no poder-se utilitzar per si sols (63).

	Lactats	Aporten un lleuger gust salat.	Organolèptica Seguretat alimentària	Poca evidència sobre l'efecte d'un consum elevat.	Embotits crus-curats.	Fins un 40% en determinats productes. (85)
<b>Saboritzants</b>	Extractes de llevats	Aporten gust salat i umami de forma natural.	Organolèptica i hedònica	Poca evidència però tot i contenir glutamat els efectes no són els mateixos (86,87), inclús s'utilitza com a complement alimentari pel seu contingut en pèptids i vitamines del grup B ( 88).	Plats precuinats Substitut de la sal en la llar.	En preparacions casolanes pot substituir al 100% la sal, en la indústria amb menys quantitat.
	Proteïna hidrolitzada	Aporten gust salat i umami de forma natural.	Organolèptica	Poca evidència respecte el seu consum a llarg termini.	Plats precuinats.	Poca quantitat, no s'acostuma a afegir sola.
	Herbes aromàtiques i espècies	Aporten aromes i compostos característics de cada espècie.	Organolèptica	Positiu, molta evidència que diferents herbes i espècies milloren aspectes de la salut (89).	Moltes preparacions, tant casolanes com en la indústria.	Reeducant el paladar es pot arribar a substituir el 100% de la sal, només en preparacions casolanes. En la indústria el % és molt més baix.

**Taula 7.** Taula resum per poder comparar les diferents estratègies segons les característiques, les funcions que compleixen i la seva aplicació.

Tenint en compte la informació presentada en la taula anterior (Taula 7) es pot veure que, pel que fa a l'impacte en la salut, hi ha diversos aspectes a considerar segons el tipus d'estratègia.

Encara que tots els additius mencionats han estat declarats com a segurs per l'EFSA, alguns amb ingesta diària màxima definida i altres no, en els últims anys ha augmentat la preocupació pels efectes en la salut, a curt i llarg termini, d'alguns d'ells.

### **Reducció progressiva del contingut de sal**

Encara que és una de les estratègies més beneficioses per la salut de la població, de moment, s'aplica a pocs grups d'aliments. En requerir molt temps i molta investigació per trobar la manera de no comprometre la seguretat, entre altres factors, fa que sigui una estratègia costosa d'aplicar.

Tot i això, és interessant continuar investigant per, a la llarga, poder aplicar aquesta estratègia al màxim nombre d'aliments possible.

### **Substituts de la sal**

El KCl, com s'ha explicat en el treball, s'utilitza majoritàriament com a substitut de la sal de taula, sent una estratègia molt adequada pel que fa a substituir la sal de taula, ja que hi ha evidències que pot millorar la pressió arterial en pacients hipertensos, a més de reduir l'aportació de sal en la dieta. Això pot ser un punt a favor per aquest substitut, ja que, és una bona estratègia pels pacients per augmentar el consum de potassi i així ajudar a millorar la hipertensió (72). Com a inconvenient a tenir en compte es troba el fet que no s'utilitza sol, sinó que s'acompanya d'altres additius que poden ser perjudicials i que caldria controlar.

A part de totes aquestes consideracions, caldria veure si amb aquest additiu es podria arribar a consumir una quantitat massa elevada de potassi, com és el cas del sodi amb el clorur de sodi. Si fos així, també caldria observar els efectes a llarg termini d'una dieta alta en potassi.

### **Potenciadors del gust**

Dintre d'aquest grup trobem el glutamat monosòdic, del que s'han observat efectes perjudicials, a curt i llarg termini, en consumir-se en excés (73).

Tot i que hi ha límits establerts d'ingesta màxima diària, pel consumidor és molt difícil controlar-ho, ja que no s'indica la quantitat de l'additiu i, encara que s'indiqués, en general no es tendeix a mirar la llista d'ingredients i menys a calcular la quantitat de glutamat que s'ingereix al cap del dia. Tenint en compte que és un additiu molt freqüent en els aliments és relativament fàcil arribar a la ingesta diària màxima, que són 30 mg/kg/dia.

Cal mencionar que en els aliments no està indicada la quantitat afegida d'aquest additiu i, per tant, no es pot calcular exactament la quantitat que ingereix una persona. Tot i això, segons un estudi sobre aquests productes, s'acostuma a afegir, aproximadament un 0.6% de glutamat monosòdic per aconseguir els efectes desitjats (78). Segons aquestes dades, un adult de 80 kg de pes, per arribar a la ingesta màxima diària segons el seu pes, serien uns 2,4 g de glutamat monosòdic. Al dia, hauria de menjar només 400 g de productes amb un 0.6% de glutamat per arribar a la ingesta màxima. Aquesta quantitat és, depenent de la dieta de la persona, molt fàcil d'aconseguir.

Un altre punt a tenir en compte és que el glutamat monosòdic conté, aproximadament, un 21% de sodi (78). Segons aquest percentatge, i tenint en compte els valors anteriors, amb la quantitat màxima d'ingesta d'aquest additiu, aquesta persona estaria consumint uns 0.5 g de sodi, una quantitat prou significativa tenint en compte que les recomanacions són de 2 g de sodi al dia (9).

És per això que no és una de les millors opcions, tot i ser de les més utilitzades per la indústria al tenir una àmplia aplicació en els aliments. Malgrat això, seria interessant reformular aquells aliments que continguin quantitats significatives de glutamat i revisar els que en portin, simplement, per augmentar les característiques organolèptiques dels aliments i no per reduir el contingut de sal. A més, al no tenir cap efecte en l'activitat d'aigua dels aliments no garanteix la seguretat dels productes i fa que s'hagin d'afegir altres conservants.

Uns altres additius importants en aquest grup són els lactats. Aquests destaquen, a part de tenir gust salat, per aportar seguretat higiènica-sanitària als aliments (40). Tot i que no s'utilitzen en molts aliments són un additiu a tenir en compte perquè, com s'ha pogut comprovar, poden reduir fins a un 40% de la quantitat de sal (85). Seria interessant estudiar més els lactats, en quins aliments es poden aplicar i quines repercussions tenen en la salut, ja que actualment hi ha poca evidència sobre aquests i són una estratègia interessant a tenir en compte.

### **Saboritzants**

Pel que fa als saboritzants, no només s'ha observat que no tenen efectes perjudicials en la salut sinó que, a més, milloren alguns paràmetres, sobretot en el cas de les herbes aromàtiques i les espècies.

Les seves propietats fan que siguin una molt bona estratègia per tal de reduir el consum de sal, aportar sabor als aliments i contribuir a una millora de salut de la població, sobretot en l'àmbit domèstic. Un altre aspecte a considerar d'aquests productes és que són fàcils d'obtenir, tant per les indústries com per la població en general i, per tant, són una bona opció a la qual recórrer.

També es pot veure que es poden aplicar a la majoria dels aliments, gràcies al fet que la gran varietat d'herbes aromàtiques i espècies i pel contingut en glutamat dels extractes de llevat i les proteïnes hidrolitzades. Això fa que aquest tipus d'additius sigui prou versàtil per aplicar-se en la majoria dels aliments (71).

Tot i ser una bona estratègia respecte al component organolèptic, s'hauria d'invertir en buscar la forma de no comprometre la seguretat alimentària i potser, pel que fa a la indústria alimentària no seria gaire bona opció perquè no permet reduir en grans quantitats el contingut de sal. A més, per contrarestar els problemes en la seguretat alimentària, s'hauran d'afegir conservants als aliments que encariran el preu d'aquests. En conclusió, els saboritzants són una bona estratègia sobretot en quant a les llars.



## 5.2 COMPARACIONS ENTRE SAL I SUBSTITUTS

Segons les funcions específiques de la sal en els diferents grups d'aliments, descrites en la Taula 5, i les diferents estratègies que s'han anat descrivint en aquest treball, es presenta una taula comparativa per poder observar quines estratègies es poden aplicar a cada grup d'aliments i les funcions que compleixen els substituïts en aquests.

<b>Grup d'aliments</b>	<b>Funcions de la sal en ells</b>	<b>Substituïts o estratègies aplicables</b> (segons l'evidència)	<b>Funcions de la sal que compleixen els substituïts</b>
Pa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilitat del gluten</li> <li>- Control de la fermentació</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>	Reducció progressiva del contingut de sal  Substituïts de la sal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clorur de potassi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>
Brioixeria i rebosteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust i equilibrar la dolçor</li> </ul>	No s'han descrit, encara, substituïts per aquest grup però es podrien utilitzar:  Saboritzants: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbes aromàtiques i espècies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust, en el cas que s'utilitzin herbes aromàtiques i espècies</li> </ul>
Aperitiu salats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Percepció de textura cruixent</li> </ul>	Substituïts de sal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- NaCl amb estructura alterada</li> </ul> Potenciadors del gust: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glutamat de monosodi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Percepció de textura cruixent</li> </ul>

Embotits i conserves de peix	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i> i eliminar paràsits com <i>Anisakis simplex</i></li> <li>- Aporta tendresa</li> <li>- Curació: evitar el contacte amb l'oxigen i promoure l'alliberació d'aigua</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>	<p>Reducció progressiva del contingut de sal</p> <p>Substituts de la sal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clorur de potassi</li> </ul> <p>Potenciadors del gust:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lactats</li> <li>- Glutamat de monosodi</li> <li>- L-arginina i L-lisina</li> </ul> <p>Saboritzants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbes aromàtiques i espècies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i> i eliminar paràsits com <i>Anisakis simplex</i></li> <li>- Aporta tendresa</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>
Salses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentació: en salses fermentades com la salsa de soja</li> <li>- Control dels microorganismes</li> <li>- Desenvolupament d'aromes: sobretot en la salsa de soja</li> <li>- Gust salat</li> </ul>	<p>Potenciadors del gust:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glutamat de monosodi</li> </ul> <p>Saboritzants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbes aromàtiques i espècies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> </ul>
Conserves vegetals	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentació làctica</li> <li>- Control dels microorganismes</li> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i></li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Canvis de textura en les verdures</li> </ul>	<p>Potenciadors del gust:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glutamat de monosodi</li> </ul> <p>Saboritzants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbes aromàtiques i espècies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>

Formatges	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maduració: fermentació làctica</li> <li>- Control dels microorganismes</li> <li>- Curació: formació de la costra i propoure l'alliberació d'aigua</li> <li>- Desenvolupament d'aromes</li> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Gust salat</li> </ul>	Substituts de sal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clorur de potassi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust</li> <li>- Gust salat</li> </ul>
Productes precuinats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservant: evitar contaminació per <i>Clostridium botulinum</i></li> <li>- Gust salat</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>	Substituts de la sal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clorur de potassi</li> </ul> Potenciadors del gust: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glutamat de monosodi</li> </ul> Saboritzants: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extractes de llevat</li> <li>- Proteïna hidrolitzada</li> <li>- Herbes aromàtiques i espècies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gust salat</li> <li>- Potenciar el gust</li> </ul>
Cereals d'esmorzar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciar el gust i equilibrar la dolçor</li> <li>- Estabilitat de la gelatinització del midó per aportar sensació de cruixent</li> </ul>	No s'han descrit, encara, substituïts per aquest grup.	No s'han descrit, encara, substituïts per aquest grup.

**Taula 8.** Comparació de la funció de la sal en diferents aliments amb les funcions que compleixen els substituïts.

Com es pot veure en la Taula 8, pràcticament totes les opcions només compleixen la funció organolèptica i, en algunes ocasions, hedònica de la sal. Per tant, en aliments on la sal només té la funció organolèptica, com la brioixeria o els aperitius salats, pràcticament qualsevol de les estratègies descrites en aquest treball poden ser útils i relativament fàcils d'aplicar. A l'hora d'aplicar-les, seria recomanable tenir en compte les evidències citades sobre l'impacte en la salut dels diferents additius per tal d'escollir la millor estratègia, a llarg termini, per la població.

El fet que cap compost, excepte els lactats, compleixi la funció d'aportar seguretat alimentària, és un dels aspectes més problemàtics. Al no poder garantir-la, és complicat poder substituir la sal per complet, sense haver d'afegir altres conservants.

També cal destacar que cap de les estratègies compleix la funció de facilitar la fermentació làctica, cosa que dificulta l'aplicació d'aquestes estratègies en aliments com els formatges o encurtits, al ser la sal un component imprescindible en aquests. Això fa que el percentatge que es pugui reduir en aquests aliments, sigui molt baix i per tant, es requereix encara més recerca per poder trobar un substitut adequat.

Respecte als altres aliments, com el pa, els embotits o els productes precuinats, on ja s'estan aplicant diverses estratègies, com reduir progressivament el percentatge de sal, és interessant continuar investigant per arribar a reduir el màxim possible el contingut de sal en ells així com augmentar el nombre d'aliments on s'apliquen les estratègies.

## 6.CONCLUSIONS I APORTACIONS AL TEMA

En termes generals, es podria dir que no existeix un substitut ideal per la sal ni pel que fa al gust salat, ni per les funcions que du a terme en els aliments.

Com que no es coneixen quins són els mecanismes pels quals s'arriba a percebre el gust salat, no es poden dissenyar molècules que puguin imitar la funció salada del sodi. La majoria de les estratègies actuals es basen en potenciar el gust de la sal o aportar altres gustos. Un cop identificades aquestes estratègies i analitzat el seu impacte en la salut, es conclou que no existeix una òptima estratègia a utilitzar en tots els casos, sinó que aquesta dependrà de l'àmbit en que s'utilitzi.

Pel que fa a la indústria alimentària, l'estratègia més factible a llarg termini és la reducció progressiva del contingut de sal, tot i que s'hauria de cercar la manera de no comprometre la seguretat higiènica-sanitària. En aquest aspecte, els lactats podrien tenir un paper important, encara que es requereix més evidència sobre les conseqüències en la salut a llarg termini. Per altra banda, l'ús dels saboritzants pot ajudar a contrarestar una possible falta de gust provocada per la disminució del contingut de sal. Pel que fa a aquestes estratègies, totes suposen una millora de la composició dels aliments i, per tant, en la salut de la població.

Respecte al glutamat monosòdic, encara que actualment és una de les estratègies més utilitzades, tenint en compte el seu impacte negatiu en la salut, caldria replantejar la seva utilització de forma tan massiva.

Pel que fa a les llars, l'estratègia més adequada són els saboritzants, en particular les herbes aromàtiques i els extractes de llevat, que a més d'aportar gust, contenen propietats beneficioses. La utilització del KCl és una opció a tenir en compte pels beneficis que podria aportar a col·lectius amb determinades patologies, encara que caldria trobar una millor combinació, amb altres additius, que les que existeixen actualment.

Amb tot això, podríem dir que encara queda molt camí per recórrer respecte a aquest tema i, per tant, cal seguir investigant per trobar la millor estratègia per substituir la sal.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- (1) OMS. Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Ginebra, World Health Organization (WHO), 2009.
- (2) Obesidad y sobrepeso. WHO [Internet]. Ginebra; 2020 [actualitzada 1/04/2020; citada 11/05/2020]. Disponible a: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- (3) OMS. World health statistics 2012. OMS, 2012:176.
- (4) Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H, et al. Further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. *BMJ* 1996; 312:1249-53.
- (5) Seldin DW, Giebisch G. The regulation of sodium and chloride balance. New York: Raven Press; 1990.
- (6) Holbrook JT, Patterson KY, Bodner JE, Douglas LW, Veillon C, Kelsay JL, et al. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr* 1984;40:786-93.
- (7) He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens* 2009;23:363-84
- (8) Dietary Salt/ Sodium - EU Science Hub - European Commission [Internet]. Brusel·les. EU Science Hub - European Commission. 2020 [actualitzada 21/02/2020; citada 11/05/2020]. Disponible a: <https://ec.europa.eu/jrc/en/health-knowledge-gateway/promotion-prevention/nutrition/salt>
- (9) OMS. Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva, World Health Organization (WHO), 2012.
- (10) Ortega R., López-Sobaler A., Ballesteros J. Pérez-Farinós N., Rodríguez-Rodríguez E., Aparicio A., Andrés P. Estimation of salt intake by 24h urinary sodium excretion in a representative simple of Spanish adults. *British Journal of Nutrition*. 2021;105(5), 787-794.
- (11) Aparicio A, Rodríguez-Rodríguez E, Cuadrado-Soto E, Navia B, López-Sobaler AM, Ortega RM. Estimation of salt intake assessed by urinary excretion of sodium over 24h in Spanish subjects aged 7-11 years. *Eur J Nutr*. 2017; 56(1):171-178.
- (12) AESAN. Plan de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas y otras medidas 2020. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2020.
- (13) Turck D et al. Dietary reference values for sodium. *EFSA Journal* 2019;17(9):577.
- (14) Kotchen TA, Welch WJ, Lorenz JN, Ott CE. Renal tubular chloride and renine release. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 1987; 110, 533-540.
- (15) Murray CJ, Lauer JA, Hutubessy RC et al. Effectiveness and costs of interventions to lower systolic blood pressure and cholesterol: a global and regional analysis on reduction of cardiovascular-disease risk. *Lancet*, 2003, 361(9359):717–725
- (16) Mackay J, Mensah G. *The Atlas of Heart Disease and Stroke*. Geneva, World Health Organization (WHO), 2004
- (17) Reglament (CE) N° 1924/2006 del Parlament Europeu i del Consell, de 20 de desembre de 2006, relativa a les declaracions nutricionals i de propietats saludables en els aliments. *OJ L 404*, 30.12.2006, p. 9–25.
- (18) OMS. Codex Committee on Food Labeling. CL-2018/24-FL. Annex 5-Criteria for the definition of ‘high in’ nutritional descriptors for fat, sugars and sodium. Canada. 2019.

- (19) AESAN. Contenido de sal en los alimentos en España. 2012. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2015.
- (20) Farran A., Zamora R., Cervera P. Taules de composició d'aliments del CESNID. 2a ed. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona; Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España; 2004.
- (21) Kilcast D, Angus F. Reducing salt in foods: Practical strategies. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 2007.
- (22) Van der Klaaw NJ, Smith DV. Taste quality profiles for fifteen organic and inorganic salts. *Physiol Behav.* 1995; 58(2): 295-306.
- (23) McCaughey SA, Scott R. The taste for sodium. *Neurosci Biobehav Rev*, 22, 663-676.
- (24) Ilyasin AV, Diakov A, Korbmacher C, Haerteis S. Activation of the Human Epithelial Sodium Channel (ENaC) by Bile Acids Involves the Degenerin Site. *The Journal of Biological Chemistry*, 219 (38), 19835-19847.
- (25) Hanukoglu I, Hanukoglu A. Epithelial Sodium Channel (ENaC) Family: Phylogeny, Structure-Function, Tissue Distribution, and Associated Inherited Diseases. *Gene*, 579(2), 95-132.
- (26) Mattes RD. The taste for salt in humans. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65(supl): 692S-697S.
- (27) Ugawa, T., Konosu, S. and Kurihara, K. Enhancing effects of sodium chloride and sodium phosphate on human gustatory responses to amino acids. *Chemical Senses.* 1992; 17 (6) 811-815.
- (28) Henney JE, Taylor, CL, Boon CS. Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States. Washington, DC: The National Academies Press; 2010.
- (29) Mattes RD. Discretionary salt and compliance with reduced sodium diet. *Nutr Res.* 1990; 10: 1337-1352.
- (30) Bertino M, Beauchamp GK, Engelman K. Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. *Am J Clin Nutr.* 1982; 36: 1134-1144.
- (31) DiNicolantonio R, Teow BH, Morgan TO. Sodium detection threshold and preference for sodium chloride in humans on high and low sodium diets. *Clin Exo Pharmacol Physiol.* 1984; 11: 335-338.
- (32) Fennema OR. Food chemistry. 3a ed. Nova York: Marcel Dekker; 1996.
- (33) Potter NN, Benjakul S, Visessanguan W, Kijroongrojana K. Properties, translucence, and microstructure of Pacific white shrimp treated with mixed phosphates as affected by freshness and deveining. *Journal of Food Science.* 2008; 73(1).
- (34) Davidson PM. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. A: Doyle MP, Beauchat LR, Montville TJ. Food microbiology: Fundamentals and frontiers. Washington DC: ASM Press; 2001.
- (35) Reddy KA, Marth EH. Reducing sodium content of foods: a review. *Journal of Food Protection.* 1991; 54(2): 138-150.
- (36) Tamime AY. Modern cheesemaking: hard cheeses. A: Robinson RK. Modern Dairy Technology. Barking: Elsevier Applied Science; 1993.
- (37) Binstead R, Devey JD, Daking JC. Pickle and Sauce Making. 3a ed. Londres: Food Trade Press; 1971.
- (38) Sasaki M. Influence of sodium chloride on the levels of flavor compounds produced by the shiyu yeast. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 1996; 44 (10): 3273-3275.
- (39) Hutton T. Sodium: Technological functions of salt on the manufacturing of food and drink products. *British Food Journal.* 2002; 104 (2): 126-152.

- (40) AESAN. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación al efecto de la reducción de la sal en la seguridad microbiológica de los productos cárnicos crudos. Revista del comité científico. 2010; 13.
- (41) OMS. Informe sobre la salud en el mundo: Reducir los riesgos y promover una vida sana. Ginebra, 2002.
- (42) AESAN. Estrategia para la Nutrición, Actividad física y prevención de la Obesidad (NAOS). Madrid, 2005.
- (43) Ministerio de sanidad, AESAN. Convenio de colaboración entre el ministerio de sanidad y consumo y la confederación española de organizaciones de panadería (CEOPAN) en relación con la estrategia NAOS. Madrid, 2004.
- (44) Lobo F. Estrategia NAOS: Balance de 3 años y nuevos retos en España y Europa. AESAN. Madrid, 2008.
- (45) Real Decret 308/2019 de 26 d'abril, pel que s'aprova la norma de qualitat pel pa. «BOE» 113 de 11 de maig de 2019.
- (46) AESAN. Iniciativas de reformulación 2008-2017 (grasas y sal). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2017.
- (47) OMS. Información general sobre la hipertensión en el mundo: una enfermedad que mata en silencio, una crisis de salud pública mundial: Día Mundial de la Salud 2013. Ginebra: 2013.
- (48) Shallenberger RS. Taste Chemistry. Nova York: Blakie Academic & Professional; 1993.
- (49) Lawless HT, Rapacki F, Horne J, Hayes S. The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications. Food Quality and Preference. 2003; 14(4): 319-325.
- (50) Beauchamp GK, Stein LJ. Salt taste. A: Basbaum AI. The senses: A comprehensive reference. Nova York: Elsevier. 2008; 6(4): 401-408.
- (51) Desmond E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. Meat Science. 2006; 74(1): 188-196.
- (52) Gou P, Guerrero L, Gelabert J, Arnau J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. Meat Science. 1996; 42(1): 37-48.
- (53) Kurtz RJ, Fuller WD. Development of a low-sodium salt: a model for bitterness inhibition. A: Roy G. Modifying Bitterness: Mechanism, Ingredients and Applications. Lancaster PA: Technomic Publishers. 1997: 215-226.
- (54) Keast RSJ, Canty TM, Breslin PAS. The influence of sodium salts on binary mixtures of bitter-tasting compounds. Chemical Senses. 2004; 29(5): 431-439.
- (55) Bravier ER. Techniques for sodium reduction and salt substitution in commercial processing. Research & Dev. Assn: Norfolk, VA. 1983.
- (56) Den Ridder, Kildcast D. Resultats no publicats. 2005.
- (57) Beyreuther K, Biesalski HK, Fernstrom JD, Grimm P, Hammes WP, Heinemann U, Kempster O, Stehle P, Steinhart H, Walker R. Consensus meeting: monosodium glutamate - an update. Eur J Clin Nutr. 2007; 61:304-313.
- (58) Vorhees CV, Butcher RE, Brunner RL, Sobotka TJ. A developmental test battery for neurobehavioral toxicity in rats: a preliminary analysis using MSG calcium carrageenan, and hydroxyurea. Toxicol Appl Pharmacol. 1979;50:267-282.
- (59) Geha RS, Beiser A, Ren C, Patterson R, Greenberger PA, Grammer LC, Ditto AM, Harris KE, Shaughnessy MA, Yarnold PR, et al. Review of alleged reaction to monosodium glutamate and outcome of a multicenter double-blind placebo-controlled study.



- Journal Nutr. 2000; 130: 1058S–105862S.
- (60) Shi Z, Luscombe-Marsh ND, Wittert GA, Yuan B, Dai Y, Pan X, Taylor AW. Monosodium glutamate is not associated with obesity or a greater prevalence of weight gain over 5 years: findings from the Jiangsu nutrition study of Chinese adults. *Br J Nutr.* 2010; 104:457–463.
  - (61) Guerrero A, Kwon SSY, Vadehra DV. Compositions to enhanced taste of sat used in reduced amounts. US Patent 5711985: Estats Units. 1995.
  - (62) Ning C, Li L, Fang H, Ma F, Tang Y, Zhou C. L-Lysine/L-arginine/L-cysteine synergistically improves the color of cured sausage with NaNO<sub>2</sub> by hindering myoglobin oxidation and promoting nitrosylmyoglobin formation. *Food Chemistry.* 2019; 284: 219-226.
  - (63) Yamaguchi S, Ninomiya K. Umami and Food Palatibity. *American Journal of Nutritional Sciences.* 2000; 4S: 921S-926S.
  - (64)** EFSA. Scientific Opinion on the sfety and efficacy of disodium 5'-ribonucleotides, disodium 5'-guanylate, disodium 5'-inosinate for all animal species and categories. *EFSA Journal.* 2014; 12(3): 3606.
  - (65) Rakowska R, Sadowska A, Dybkowska E, Swiderski F. Spent yeast as natural spurce of functional food additives. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2017; 68(2): 115-121
  - (66) Nagodawithana T. *Savory Flavors.* Esteekay Associates, Inc. Milwaukee USA, 1995: 239-251.
  - (67) Aaslyng MD, Martens M, Poll L, Nielsen PM, Flyge H, Larsen LM. Chemical and sensory characterization of hydrolyzed vegetable protein, a savory flavoring. *J. Agric. Food Chem.* 1998; 46: 481-489.
  - (68) Weir GSD. Proteins as a source of flavour. A: *Biochemistry of Food Proteins.* Hudson BJB. Londres: Elsevier Applied Science Publishers. 1992; 363-395.
  - (69) Pszczola, D. Savoring the possibilities. *Food Technology* 2007; 61(4):55-66.
  - (70) Direcció General de Producció, Innovació i Indústries agroalimentàries. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya. *Plantes aromàtiques i medicinals.* Dossier tècnic. 2006; 3.
  - (71) Opara E I, Chohan M. Culinary Herbs and Spices: Their Bioactive Properties, the Contribution of Polyphenols and the Challenges in Deducing Their True Health Benefits. *Int J Mol Sci.* 2014; 15, 19183-19202.
  - (72) He FJ, Markandu ND, Coltart R, Barron J, MacGregor GA. Effect of Short-Term Supplementation of Potassium Chloride and Potassium Citrate on Blood Pressure in Hypertensives. *Hypertension.* 2005; 45: 571-574.
  - (73) Chakraborty SP. Patho-physiological and toxicological aspects of monosodium glutamate. *Toxicology Mechanisms and Methods.* 2019; 29:6, 389-396.
  - (74) Lindemann B, Ogiwara Y, Ninomiya Y. The Discovery of Umami. *Chem Senses.* 2002; 27:843–844.
  - (75) Metcalfe CE. The stakeholder corporation. *Business ethics.* 1998; 7:30–36.
  - (76) Lorden JF, Caudle A. Behavioral and endocrinological effects of single injections of monosodium glutamate in the mouse. *Neurobehav Toxicol Teratol.* 1986; 8:509–519.
  - (77) Pelaez B, Blazquez JL, Pastor FE, Sanchez A, Amat P. Lectin histo- chemistry and ultrastructure of microglial response to monosodium glutamate-mediated neurotoxicity in the arcuate nucleus. *Histol histo- pathol.* 1999; 14: 165–174.
  - (78) Bellisle F, Monneuse MO, Chabert M, Larue-Achagiotis C, Lanteaume MT, Louis-Sylvestre J. Monosodium glutamate as a palatability enhancer in the European diet. *Physiol Behaviour.* 1991; 49: 869–873.

- (79) Luiking YC, Poeze M, Dejong CH, Ramsay G, Deutz NE. Sepsis: an arginine deficiency state? *Crit Care Med.* 2004; 32: 2135–2145.
- (80) Castillo L, Chapman TE, Sanchez M, Yu YM, Burke JF, Ajami AM, Vogt J, Young VR. Plasma arginine and citrulline kinetics in adults given adequate and arginine-free diets. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1993;90: 7749–7753.
- (81) Grimble GK. Adverse Gastrointestinal Effects of Arginine and Related Amino Acids. *J Nutr.* 2007; 137: 1693S- 1710S.
- (82) Luiking YC, Deutz NEP. Biomarkers of Arginine and Lysine Excess. *J. Nutr.* 2007; 137: 1662S- 1668S.
- (83) FAO/OMS. Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Technical Report Series 1973; 552 (52): 118.
- (84) Luscombe-Marsh ND, Smeets AJPG, Westerterp-Plantega MS. The addition of monosodium glutamate and inosine monophosphate-5 to high-protein meals: effects on satiety, and energy and macronutrient intakes. *British Journal of Nutrition.* 2009; 102: 929-937.
- (85) Devlieghere F, Vermeiren L, Bontenbal E, Lamers, PP, Debevere J. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. *International Journal of Food Science & Technology.* 2009; 44: 337-41.
- (86) Ninomiya K. Umami a universal taste. *Food Rev Int.* 2002; 18: 23-38.
- (87) Podpora B, Świdorski F, Sadowska A, Piotrowska A, Rakowska R. Spent Brewer's Yeast Autolysates as a New and Valuable Component of Functional Food and Dietary Supplements. *J Food Process Technol* 2015; 6: 526.
- (88) Yamada E A, Sgarbieri V C. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Protein Concentrate: Preparation, Chemical Composition, and Nutritional and Functional Properties. *J Agric Food Chem* 2005; 53:3931-3936.
- (89) Shan B, Yizhong Z, Sun M, Corke H. Antioxidant Capacity of 26 Spice Extracts and Characterization of Their Phenolic Constituents. *J. Agric. Food Chem.* 2005; 53:7749–7759.