

MEMORIA CIENTÍFICO-TÉCNICA DO PROXECTO

1. MATERIAIS E MÉTODOS

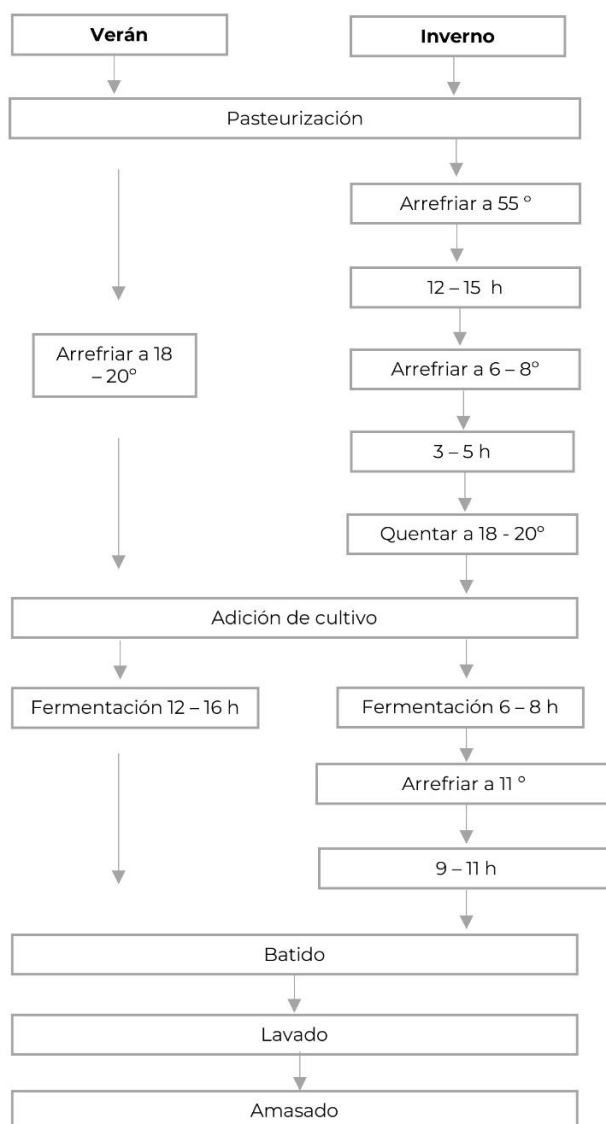
1.1. Fabricacións de manteiga

Leváronse a cabo un total de 21 fabricación de manteiga seguindo dúas receitas diferentes, unha para o verán e outra para o inverno. Isto é o habitual neste tipo de produtos xa que as variacións na alimentación das vacas da lugar a diferencias na composición do leite, as cales repercuten na fabricación da manteiga. Así elaboráronse 14 lotes (Lotes 1-14) ca receita de verán e 7 lotes (Lotes 15-21) ca receita de inverno. Na Imaxe 1 amósanse as etapas de cada receita.

No caso dos lotes 1-14, como eran os primeiros que se fabricaban e co fin de minimizar o efecto de partir de diferentes lotes de nata o que se fixo foi desnatar soro lácteo para ter suficiente cantidade de nata para a fabricación de 3 lotes de manteiga. Así, a partir dun lote de nata fabricáronse 3 lotes de manteiga (1, 2 e 3; 4, 5 e 6; 7, 8 e 9; 10, 11 e 12) cos 2 réplicas (a e b).

Para os lotes 15-21 empregouse unha nata diferente en cada lote, é dicir, de diferentes ciclos/días de desnatado do soro lácteo. No caso do lote 20 non foi posible obter dúas réplicas, por iso neste lote só se amosan resultados da réplica “a”.

Todos os fermentos empregados foron cedidos gratuitamente por Chr. HANSEN. Nos lotes 1-14 empregáronse diferentes combinacións de fermentos e nos lotes 15-21 usouse o mesmo tipo de fermentos en todos os lotes.



Imaxe 1. Etapas das receitas de verán e inverno para a fabricación de manteiga.

En cada fabricación recolleuse unha mostra do leite de partida, do cal logo de fabricar queixos D.O.P. se obtiña o soro lácteo. Este último pasaba logo a unha etapa de desnatado para obter a nata en torno ó 38% de graxa, ca cal logo se fabricaba a manteiga. Nos lotes fabricados ca receita de verán analizáronse os seguintes parámetros nos diferentes produtos obtidos:

- Leite: composición físico-química (proteína, sólidos totais, lactosa e graxa) mediante FT-NIR. Ademais fíxose unha extracción da graxa para analizar o perfil de ácidos graxos tamén mediante FT-NIR.
- Nata: tralo proceso de desnatado determinouse o pH e a composición físico-química (proteína, sólidos totais e graxa) mediante FT-NIR da mestura final de nata.
- Nata pasteurizada: determinouse o pH, a composición físico-química (proteína, sólidos totais e graxa) mediante FT-NIR, o tamaño de partícula, a actividade de auga e o color. Tamén se fixo unha extracción da graxa para analizar o perfil de ácidos graxos mediante FT-NIR. Ademais avalíouse a aptitude tecnolóxica e analizouse a textura da nata montada.
- Nata arrefriada a 8°C: determinouse o pH.
- Manteiga: no mesmo días da fabricación determinouse a composición físico-química (graxa, NaCl, auga) mediante FT-NIR. Tras 15, 30, 58 e 90 días da fabricación analizouse a textura, a composición físico-química (graxa, NaCl, auga) mediante FT-NIR, o pH, o color e a actividade de auga. Tamén se fixo unha extracción da graxa para analizar o perfil de ácidos graxos mediante FT-NIR. Por outro lado fixéronse análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, mofos e lévedos. E por último determináronse diferentes parámetros de oxidación: índice de acidez, contido de ácidos graxos libres, índice de peróxidos e índice das sustancias reactivas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e tamén se fixeron medidas de calorimetría diferencial de varrido (DSC).

No caso dos lotes fabricados ca receita de inverno fixéronse as seguintes modificacións con respecto os análises feitos ca receita de verán:

- Soro: engadíronse análises do soro obtido durante a fabricación de queixo xa que se viu que a calidade do soro de partida influía fortemente na calidade da nata e da manteiga. Por tanto, ó inicio da etapa de desnatado, fixéronse análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, bacterias lácticas, mofos e lévedos. Ademais, na maioría dos lotes, determinouse o pH e a composición físico-química (proteína, graxa, sólidos totais, lactosa e cenizas) mediante FT-NIR.
- Nata: tralo proceso de desnatado determinouse o pH e a composición físico-química (proteína, sólidos totais e graxa) mediante FT-NIR da mestura final de nata. Ademais fixéronse análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, bacterias lácticas, mofos e lévedos.
- Nata pasteurizada: determinouse o pH e fixéronse análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, bacterias lácticas, mofos e lévedos.
- Nata atemperada a 55 °C: determinouse o pH e fixéronse análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, bacterias lácticas, mofos e lévedos.
- Nata arrefriada a 6 °C: determinouse o pH, a composición físico-química (proteína, sólidos totais e graxa) mediante FT-NIR, análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, bacterias lácticas, mofos e lévedos. Analizouse o tamaño de partícula, a actividade de auga e o color. Tamén se fixo unha extracción da graxa para analizar o perfil de ácidos graxos mediante FT-NIR. Avalíouse a aptitude tecnolóxica e analizouse a textura da nata montada.
- Nata atemperada a 17 °C e nata fermentada e tras arrefriar a 11 °C: determinouse o pH, inda que non en todos os lotes.
- Manteiga: no mesmo días da fabricación determinouse a composición físico-química (graxa, NaCl, auga) mediante FT-NIR. Tras 15, 30, 58 e 90 días da fabricación analizouse a textura, a composición físico-química (graxa, NaCl, auga) mediante FT-NIR, o pH, o color e a actividade de auga. Tamén se fixo unha extracción da graxa para analizar o perfil de ácidos graxos mediante FT-NIR. Por outro lado fixéronse análises microbiolóxicos de: mesófilos aerobios totais, coliformes totais, enterobacterias, bacterias lácticas, mofos e lévedos. E por último determináronse diferentes parámetros de oxidación: índice de acidez, contido de ácidos graxos libres, índice de peróxidos e índice das sustancias reactivas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e tamén se fixeron medidas de calorimetría diferencial de varrido (DSC).

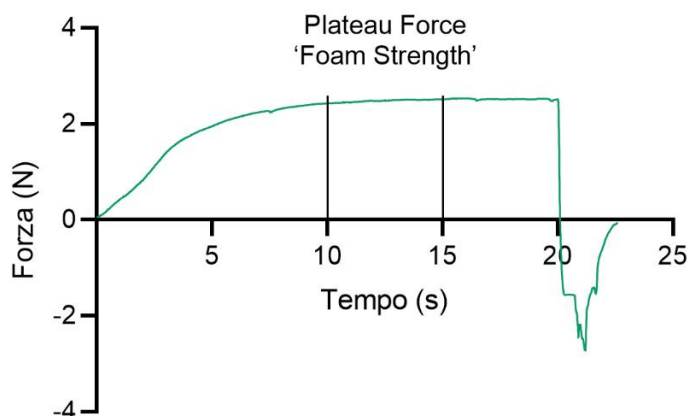
1.2. Determinación do pH e da composición físico-química

O pH mediuse cun pH-metro portátil HANNA modelo HI 98161 e a composición físico-química analizouse mediante un equipo FT-NIR BRUKER modelo MPA.

1.3. Medidas de textura

Para caracterizar a textura das mostras de nata o grupo da UVIGO levou a cabo a determinación da resistencia da nata batida empregando unha sonda especial para cremas fixando no texturómetro os parámetros que aparecen definidos na Táboa 1. Neste ensaio a resistencia á crema ven dada pola meseta da forza mentres a sonda se despraza pola maior parte da mostra (Imaxe 2). Así, calculouse a forza media entre os 10 e os 15 segundos, etiquetándoa como resistencia da espuma (Plateau Force) como se aprecia na Imaxe 2, xa que dado que non se trata dun material sólido, senón de un alimento mais ben viscoso, o tempo e a velocidade a que actúa a forza son importantes.

Táboa 1. Parámetros configurados no texturómetro para levar a cabo os análises texturais.		
	Nata	Manteiga
Sonda	Cream probe (P/CR)	P/4 (4mm DIA cylinder)
Velocidad pre-ensayo	0,5 mm/s	1 mm/s
Velocidad ensayo	1 mm/s	2 mm/s
Velocidad post-ensayo	10 mm/s	2 mm/s
Distancia	20 mm	20 mm
Fuerza	5 g (lg $\approx$ 0,01 N)	5 g (lg $\approx$ 0,01 N)



Imaxe 2. Esquema dos parámetros texturais determinados en nata montada.

No caso de QUEIZUAR leváronse a cabo ensaios de penetración empregando un texturómetro Mod. TA.XTExpress C 490 5 Kg (Stable Micro Systems) e as seguintes sondas:

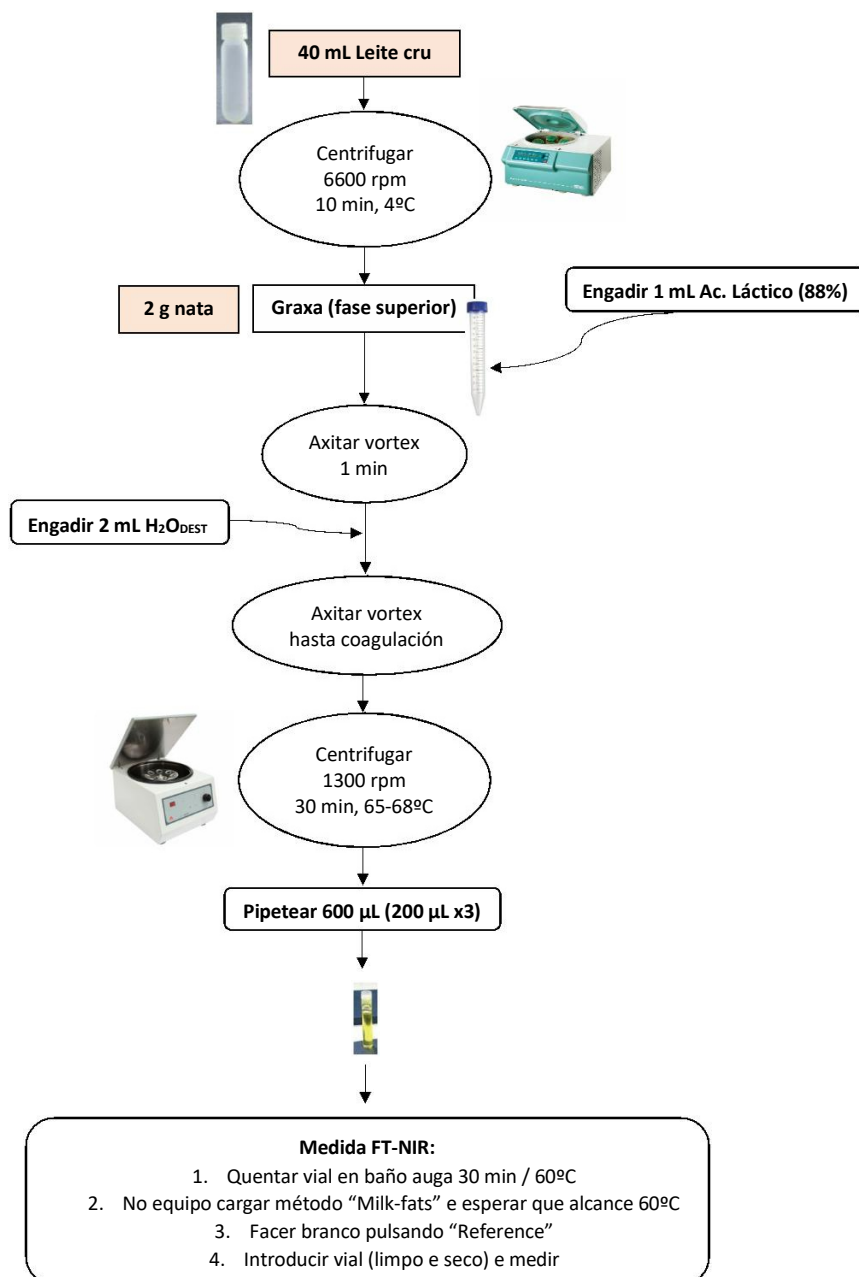
- sonda de compresión de 35 mm de diámetro (P/35) para a nata
- sonda de penetración cilíndrica de 6 mm de diámetro (P/6) para a manteiga

No caso da nata foi necesario realizar unha etapa previa de montado, a cal se levou a cabo cunha batedor eléctrico de varas Philips modelo HR3745. Unha vez obtida a nata montada preparábanse alo menos 3 réplicas sobre as cales se facía unha medida de textura. No caso da manteiga, as medidas de textura facíanse sobre as mostras refrixeradas (xusto despois de sacalas da neveira) e tamén se facían por triplicado.

En ambos casos se estableceron as condicións de medida no equipo (tipo de medida; velocidades antes, durante e despois do test; altura de penetración da sonda; etc.). En tódolos casos se obtiveron os seguintes valores:

- Forza máxima: da idea da dureza do queixo xa que é a forza necesaria para penetrar o queixo.
- Forza final: correspóndese co valor da forza no punto máximo de distancia de recorrido da sonda do texturómetro (unha vez que atravesou a codia).

- Forza mínima: correspóndese co mínimo do pico negativo obtido ó final da medida, e sería o recorrido que fai a sonda dende que está no interior do queixo ata que sae de novo. Este parámetro da idea da adhesividade do queixo.



Imaxe 3. Protocolo para a extracción da graxa do leite e da nata.

1.4. Determinación do perfil de ácidos graxos

Para a determinación do perfil de ácidos graxos en leite, nata e manteiga, primeiro de nada é necesario facer unha etapa de extracción da graxa. No caso do leite e manteiga o protocolo de extracción é o que se amosa na Imaxe 3. No caso da manteiga, para poder separar a graxa

(compoñente maioritario) do resto de compoñentes, primeiro fundiuse a 45 °C e logo deixouse decantar ata ter dúas fases ben separadas. Finalmente filtrouse a fase oleosa (superior) sobre papel de filtro para obter a graxa clarificada, a cal se conxelou en tubos de vidro ata o análise do perfil de ácidos graxos.

O grupo da UVIGO levou a cabo a análise de perfil de ácidos graxos en mostras puntuais de leite, nata e manteiga nos servizos centrais de apoio á investigación da UVigo (CACTI) mediante cromatografía de gases acoplada a un detector de ionización de chama (FID). Para elo, 10 mg de mostra foron usados para preparar os ésteres metílicos dos ácidos graxos (FAME) segundo os métodos oficiais.

A partir dos datos obtidos pola UVIGO, QUEIZUAR puido completar a calibración do seu equipo FT-NIR (BRUKER) dispoñendo así dun método robusto para a análise do perfil de ácidos graxos na propia empresa.

1.5. Análises microbiolóxicos

Para realizar as análises microbiolóxicas primeiro preparáronse as mostras de acordo a Norma UNE-EN ISO 6887-5:2021 “Microbioloxía dos alimentos para consumo humano e animal. Preparación das mostras de ensaio, suspensión inicial e dilucións decimais para exame microbiolóxico. Parte 5: Regras específicas para a preparación da leite e produtos lácteos”. Según isto, hai que facer unha dilución 1/10 con auga de peptona tamponada (atemperada a uns 45°C) baixo condicións estériles. No caso das mostras de manteiga, hai que atemperar as preparacións nun baño de auga a unha temperatura duns 45 °C ata que a manteiga se funda por completo.

Unha vez as mostras están preparadas, xa se pode levar a cabo a análise dos diferentes microorganismos, facendo dilucións seriadas no caso de ser necesario.

1.5.1. Mesófilos aerobios totais

Seguiuse o protocolo indicado na Norma UNE-EN ISO 4833-1 “Microbioloxía da cadea alimentaria. Método horizontal para o recuento de microorganismos. Parte 1: Recuento de colonias a 30°C mediante a técnica de siembra en profundidade”. O fundamento desta técnica é sembrar 1 mL da mostra preparada anteriormente (collendo só da parte acuosa) e engadirille, en primeiro lugar, uns 10 mL de Plate Count Agar. Posteriormente mestúrase a mostra co medio mediante movementos circulares; unha vez a mostra solidifica, incorpóranselle 4 mL máis de medio. Estas pracas deberán ser incubadas a 30 °C ± 1 °C durante 72 h ± 3 h.

1.5.2. Coliformes totais

Seguiuse o protocolo indicado na Norma UNE 34-817-85 “Leite e produtos lácteos. Recuento de bacterias coliformes. Método de referencia e métodos de rutina”. Neste caso, sémbrase 1 mL da mostra preparada con anterioridade e incorpóranselle uns 10 mL de VRB Agar atemperado a uns 45-47 °C e mestúrase o medio co inóculo; unha vez este solidifique, engádense 4 mL máis do medio. Estas pracas incúbanse a 37 °C ± 1 °C durante 24 h ± 2 h.

1.5.3. Enterobacterias

Seguiuse o protocolo indicado na Norma UNE-EN ISO 21528-1 “Microbioloxía da cadea alimentaria. Método horizontal para a detección e o recuento de *Enterobacteriaceae*. Parte 1: Detección de *Enterobacteriaceae*”. Según esta norma, hai que sembrar 1 mL da mostra preparada con anterioridade e incorpóranselle uns 10 mL de VRBG (Violet red bile glucose agar) atemperados a uns 45-47 °C e mestúrase o medio coa mostra; unha vez o medio solidifique, engádense 4 mL máis do medio. Estas pracas incúbanse a 37 °C ± 1 °C durante 24 h ± 2 h.

1.5.4. Bacterias lácticas

Seguiuse o protocolo indicado na Norma ISO 15214:1998 “Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30 °C”. Para esta siembra, hai que transferir 1 mL de mostra preparada conforme indica a Norma UNE-EN ISO 6887-5:2021 “Microbioloxía dos alimentos para consumo humano e animal. Preparación das mostras de ensaio, suspensión inicial e dilucións decimais para exame microbiolóxico. Parte 5: Regras específicas para a preparación da leite e produtos lácteos” (collendo só da parte acuosa) e engadirille uns 10 mL de medio Man, Rhogosa y Sharpe (MRS). Posteriormente mestúrase a

mostra co medio mediante movementos circulares; unha vez a mostra solidifica, estas placas deberán ser incubadas a $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $72\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

1.5.5. Mofos e lévedos

Seguiuse o protocolo indicado na Norma US ISO 21527-2 “Microbioloxía de alimentos e alimentos destinados a consumo humano e animal - Método horizontal para a enumeración de mofos e lévedos - Parte 2: Técnica de recuento de colonias en produtos con actividade de auga inferior a 0,95”. Para esta siembra, hai que transferir 0,1 mL de mostra previamente preparada nunha praca de Agar DG18 e repartila de xeito uniforme pola mesma empregando unha asa Drigalski. Estas pracas terán que ser incubadas de xeito aerobio boca arriba a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 5 a 7 días.

1.6. Determinación do índice de acidez

Seguiuse o protocolo descrito pola Norma UNE 34852:1983 “Mantequilla: Determinación del índice de acidez de la materia graxa. Método de referencia”. Este método define o índice de acidez da materia graxa na manteiga como o número de mg de hidróxido potásico que se precisan para neutralizar 1 g de materia graxa.

Para levar a cabo o ensaio partiuse da graxa clarificada obtida de acordo o descrito no Apartado 2.4. Hai que pesar de 5 a 10 g de graxa e engadir 50-100 mL da mestura de volumes iguais de etanol 96% e éter dietílico estabilizado con 6 ppm de BHT para disolver a materia graxa. Logo engádense 0,1 mL de Fenolftaleína 1% en etanol e faise unha valoración con hidróxido potásico 0,1 N en etanol ata a aparición dunha coloración rosa pálido. Posteriormente calcúlase o índice de acidez de acordo a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de acidez} = (V \text{ (mL)} \cdot t \text{ (mol/L)} \cdot 56,1 \text{ (g/mol)}) / (A \text{ (g)})$$

V = mL de hidróxido potásico

t = normalidade do hidróxido potásico (0,1 N)

a = gramos de mostra

Hai que facer a determinación en alo menos dúas réplicas e a diferenza entre elas non debe ser maior de 0,1 mg de KOH por gramo de materia graxa.

1.7. Determinación do contido en ácidos graxos libres

A acidez libre exprésase en porcentaxe de ácido oleico e determinase medindo a cantidade de hidróxido potásico 0,1 N nunha solución de etanol e éter, necesaria para neutralizar os ácidos presentes, utilizando como indicador unha solución ao 1% de fenolftaleína.

Existen dúas formas de expresar a acidez dunha graxa:

- Grao de acidez: é o porcentaxe dos ácidos libres contidos na graxa. En xeral, nas graxas vexetais exprésase como si todos os ácidos libres foran ácido oleico ($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$).
- Índice de acidez. Indicándose por tal denominación o número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para neutralizar os ácidos libres contidos en 1 g de materia graxa.

Para levar a cabo o ensaio primeiro pesase a mostra nun erlenmeyer de vidro. O peso da mostra será, segundo o grao de acidez previsto:

Grao de acidez previsto	Peso da mostra en g
<1	20
1 a 4	10
4 a 15	2,5
15 a 75	0,5
>75	0,1

Despois engádense 50 mL da mestura Etanol absoluto-Éter dietílico estabilizado con 6 ppm de BHT utilizando fenolftaleína como indicador. De ser necesario pódese quentar un pouco a mestura para disolver a graxa. Por último faise unha valoración con KOH 0,1 N, axitando continuamente ata a viraxe do indicador. Posteriormente calcúlase o Grao de Acidez, expresado como porcentaxe de ácido oleico, segundo a seguinte ecuación 1 (PM ácido oleico = 282 g/mol):

$$\% \text{Ácidos graxos libres ou Grao de acidez} = (282 \times V \times N \times FC) / P \times 100 \text{ (1)}$$

V = volumen (mL) de KOH consumidos

N = Normalidade da solución de KOH

P = peso (g) de mostra

FC = factor de conversión 0,001

1.8. Determinación do índice de peróxidos

O índice de peróxidos (IP) é unha estimación do contido de substancias que oxidan o ioduro potásico e exprésase en termos de miliequivalentes de osíxeno activo por kg de graxa. Asíciase coa presenza de peróxidos derivados dos ácidos graxos presentes na mostra.

Para levar a cabo o ensaio primeiro pesase a mostra nun Erlenmeyer de 250 mL. A cantidade de mostra a pesar virá dada en función do índice de peróxidos que se presupoña:

Índice de peróxidos que se supón (meq de O ₂ /kg)	Peso de mostra problema en g
De 0 a 12	De 5,0 a 2,0
De 12 a 20	De 2,0 a 1,2
De 20 a 30	De 1,2 a 0,8
De 30 a 50	De 0,8 a 0,5
De 50 a 90	De 0,5 a 0,3

Despois engádense (en campá extractora) 10 mL de cloroformo estabilizado con etanol e axitase ata que a mostra de graxa se disolva. A continuación engádense 15 mL de ácido acético glacial o 99%, axitase e engádese 1 mL dunha disolución saturada de ioduro potásico (10% (p/v) en auga) e axitase de novo durante 1 min. Deixase repousar a disolución durante 5 minutos en escuridade e despois engádense 75 mL de auga destilada e axitase vigorosamente. Logo engádense 0,5 mL dunha solución indicadora de amidón ao 1% (p/v) e axitase ata que apareza unha cor azul escura. Finalmente valorase cunha solución acuosa de tiosulfato sódico 0,01 N, axitando vigorosamente o Erlenmeyer ata o punto final para liberar todo o iodo. Para elo engádese o tiosulfato sódico gota a gota ata que a cor azul desapareza. Os resultados expresaranse en miliequivalentes de osíxeno activo por kilogramo de mostra mediante a seguinte ecuación:

$$\text{Índice de peróxidos (IP)} = (V \times N) / P$$

V = Volume en mL da solución valorada de tiosulfato sódico (f) empregada no ensaio

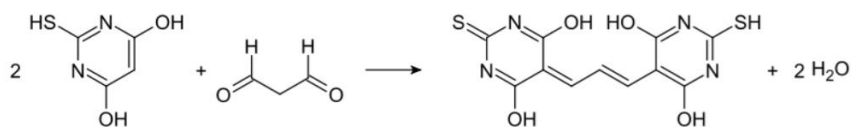
N = Normalidade exacta da solución valorada de tiosulfato sódico (f): 0,01N

P = peso (kg) de mostra

1.9. Determinación do índice das substancias reactivas ao TBARS

As substancias reactivas ao TBARS fórmanse como subproduto do dano oxidativo dos lípidos (isto é, como produtos da degradación das graxas) e poden detectarse mediante o ensaio TBARS utilizando o ácido tiobarbitúrico (TBA) como reactivo. Trátase dunha medida indirecta das especies osíxeno reactivas (ROS).

O procedemento descrito inclúe unha etapa extracción previa das substancias tiobarbitúricas reactivas, mediante o tratamento da mostra con ácido tricloroacético. O TBA reaccionará co malondialdehído (MDA), que é un dos produtos finais de baixo peso molecular que se forman a partir da descomposición de algúns produtos da peroxidación lipídica primarios e secundarios, formándose un cromógeno como se pode apreciar na Imaxe 4. A intensidade da coloración rosa-vermella formada na mostra será proporcional ao grao de enranciamiento.



Imaxe 4. Reacción do ácido tiobarbitúrico (TBA) co malonaldehído (MDA).

Para levar a cabo o ensaio primeiro hai que pesar 2 g de mostra homoxeneizada nun tubo falcon engadindo ao momento 10 mL de Ácido tricloroacético (TCA) ó 5% (v/v). Logo colócanse os tubos en xeo rapidamente e homoxeneízase a mostra no Ultraturrax durante 2 minutos, mantendo o tubo inmerso en xeo mentres se procede á homoxeneización.

Despois introdúcese no conxelador durante 10 minutos para que precipite a proteína. A continuación centrifugase a 3500 rpm durante 10 minutos e sepárase o sobrenadante e filtrase a gravidade con un filtro de papel sobre un tubo inmerso en xeo.

Posteriormente, nun eppendorf de 2 mL, engádense 0,75 mL da mostra extraída. No caso da recta de calibrado, en lugar dos 2 mL de mostra, engadíranse os seguintes volumes:

Puntos	Volume TEP 0,2 mM (μL)	Volume TCA 5% (μL)	Conc. MDA (μM)	Cant. MDA (moles)
1	5	745	0,67	1,00E-09
2	10	740	1,33	2,00E-09
3	40	710	5,34	8,00E-09
4	80	670	10,7	1,60E-08
5	130	620	17,3	2,60E-08
6	150	600	20,0	3,00E-08
7	200	550	26,7	4,00E-08
8	230	520	30,7	4,60E-08

Seguidamente engádense 0,75 mL de 4,6-Dihydroxy-2-mercaptopyrimidine, 98% (TBA) 0,13 M. Axitase suavemente e incubase nunha estufa a 97°C durante 40 minutos. Finalizado este tempo as mostras arrefriaranse en xeo e axitaranse fortemente. Esperanse 15 minutos a que se arrefrién por completo. Transcorrido este tempo mídese no lector de placas colocando 200 μL de cada mostra nun pocillo e medindo a absorbancia a 532 nm. Os resultados expresaranse como mg de MDA/kg de mostra:

$$\text{Índice TBARS} = \frac{X \times V_i \times PM_{MDA} \times FC_1 \times FC_2}{V_a \times P}$$

X = moles equivalentes de MDA obtidos dos cálculos ca recta de calibrado.

Vi = Volume en mL de TCA 5% empregado inicialmente para extraer a mostra (10 mL).

PMMDA = peso molecular do MDA (72 g/mol).

FC1 = factor de conversión de kg a g.

FC2 = factor de conversión de g a mg.

Va = Volume en mL da alícuota da mostra extraída que se usa para a reacción (0,75 mL).

P = peso (g) de mostra inicial.

1.10. Determinación do color

A cor nas diferentes mostras foi medida polo grupo da UVIGO empregando un colorímetro MINOLTA que nos proporciona as coordenadas de cor no espazo CIE L*a*b*, sendo:

L* = luminosidade.

a* = coordenadas vermello/verde (+a indica vermello, -a indica verde).

b* = coordenadas amarelo/azul (+b indica amarelo, -b indica azul).

1.11. Determinación do contido de actividade de auga (aw)

O análise da actividade de auga faise empregando uns 5 g de mostra para medir nun analizador LabMaster-aw (Novasina).

1.12. Calorimetría diferencial de varrido (DSC)

Co fin de determinar as características de fusión das manteigas dos diferentes lotes, o grupo da UVIGO fixo medidas cun calorímetro diferencial de varrido dende 5 a 45 °C, aplicando rampas de temperatura de 0,25 K·min⁻¹ a mostras de 70-80 mg e rexistrando a resposta calorimétrica. A partir do pico do sinal calorimétrico obtívose a temperatura de transición, mentres que o calor de transición determinouse a partir da integración do sinal calorimétrico, restando a liña base. A calibración levouse a cabo empregando auga. A celda de referencia encheuse de auga en todos os experimentos. As características de fusión da manteiga expresáronse como temperatura de fusión inicial (Tonset, °C), temperatura de fusión pico (Tpeak, °C), temperatura de fusión final (Tendset, °C) e cambios na entalpía (ΔH, J g⁻¹).

Se fixeron medidas aos 15 e 90 días para observar cambios durante o almacenamento e comparar as diferenzas observadas entre lotes.

1.13. Determinación do tamaño de partícula das emulsións

O grupo da UVIGO determinou o tamaño de partícula nas mostras de nata previamente diluídas en auga milliQ. Realizáronse medidas empregando un analizador de tamaño de partículas LS 13 320 - Beckman Coulter (CACTI), o cal mide a distribución do tamaño de

partículas que están suspendidas nun líquido, no caso de este equipo auga, utilizando os principios de dispersión da luz.

1.14. Evaluación da aptitude tecnolóxica

Par a avaliación tecnolóxica dos lotes 1-14 empregouse un cuestionario no cal se describiron as principais características das mostas de nata e manteiga. Dado que non se puntuo cada parámetro cunha escala numérica non foi posible levar á cabo un análise estatístico deses resultados. Por iso, para a avaliación dos lotes 15-21 se decidiu empregar o cuestionario da Imaxe 5 que contén unha escala numérica.



FICHA DE CATA MANTEIGA E NATA (Proxecto VALNASOM)

*Marcar cunha X en función da puntuación do atributo.

NATA	Moi bo	Bo	Regular	Malo	Moi malo	COMENTARIOS (Incluír aquí todo o que nos parezca pertinente; p.e, olor a fermentado ó abrir):
Olor ó abrir						
Sabor						
Textura						
Aspecto						
NOTA GLOBAL						

MANTEIGA	Moi bo	Bo	Regular	Malo	Moi malo	COMENTARIOS (Incluír aquí todo o que nos parezca pertinente; p.e., queimase demasiado rápido e desprende demasiado soro):
Capacidade para aguantar altas temperatura						
Cantidade de soro que desprende						
Tempo que tarda en derreter						
Capacidade para derreter						
Capacidade para ligar salsas/masas						
Evolución con calor						
Textura ¹						
Untuosidade ²						
Cor						
Aroma						
Sabor						
Aspecto visual						
NOTA GLOBAL						

1. (Referido a si é lisa, si se rompe, si é granular, si é cremosa, etc.)

2. (Referido a si se unta ben, si é demasiado dura, etc.)

Imaxe 5. Cuestionario empregado para avaliar a aptitude tecnolóxica das mostras de nata e manteiga dos lotes 15-21.

1.15. Análisis estadísticos

No caso dos resultados de QUEIZUAR e de COCIÑA AVATAR (aptitude tecnolóxica) realizáronse análises de varianza (ANOVA) con IBM SPSS Statistics versión 22. As diferencias entre lotes e entre días de vida de útil foron consideradas estatisticamente significativas cando o erro foi menor ou igual ó 5% ($\alpha = 0,05$), o cal se corresponde con un nivel de confianza maior ou igual ó 95%.

2. RESULTADOS E DISCUSIÓN

2.1. Características do leite

Tal e como se amosa na Táboa 2 houbo diferencias significativas entre o leite empregado nos diferentes lotes de manteiga. Cabe destacar que o leite que amosou valores mais baixos da maioría dos seus compoñentes (proteína, sólidos totais e graxa) foi o empregado nos lotes 10, 11 e 12. E o leite que amosou valores mais altos de proteína, sólidos totais e lactosa foi o empregado no lote 15. Por outra banda obsérvase que, exceptuando o caso da lactosa, os demais compoñentes acadan valores mais altos no leite dos lotes 15-21, o cal era esperable xa que foi leite recollido nos meses de febreiro a maio, que é cando condicións climáticas son mais favorables para a produtividade do ganado leiteiro.

Táboa 2. Composición físico-química do leite.				
LOTE	Proteína_%	Sólidos Totais_%	Lactosa_%	Graxa_%
1_2_3	3,33±0,09 ^{cd}	12,64±0,20 ^{cd}	4,93±0,04 ^{de}	3,86±0,23 ^{bc}
4_5_6	3,21±0,03 ^b	12,40±0,12 ^b	4,90±0,05 ^{cde}	3,71±0,14 ^b
7_8_9	3,23±0,02 ^{bc}	12,55±0,03 ^{bc}	4,83±0,01 ^{bcd}	3,92±0,02 ^{bc}
10_11_12	2,99±0,02 ^a	11,98±0,04 ^a	4,75±0,04 ^b	3,49±0,03 ^a
13_14	3,24±0,00 ^{bc}	12,45±0,03 ^{bc}	4,57±0,03 ^a	3,93±0,02 ^{bc}
15	3,78±0,07 ^f	13,34±0,11 ^g	5,39±0,13 ^f	4,37±0,03 ^e
16	3,24±0,05 ^{bc}	12,42±0,05 ^b	4,58±0,05 ^a	4,04±0,06 ^{cd}
17	3,61±0,03 ^e	13,02±0,04 ^f	4,92±0,06 ^{de}	4,20±0,01 ^{de}
18	3,41±0,07 ^d	12,84±0,09 ^{ef}	4,98±0,12 ^{de}	4,20±0,09 ^{de}
19	3,37±0,05 ^d	12,76±0,05 ^{de}	4,95±0,03 ^{de}	4,05±0,06 ^{cd}
20	3,43±0,03 ^d	12,87±0,05 ^{ef}	4,98±0,02 ^e	4,23±0,02 ^{de}
21	3,55±0,02 ^e	13,38±0,04 ^g	4,77±0,06 ^{bc}	4,78±0,03 ^f

No relativo ó perfil de ácidos graxos do leite, como se observa na Táboa 3, as diferenzas máis significativas atopáronse nos lotes feitos con leite de pastoreo (lotes 13 e 21). Así, o leite empregado nestes lotes foi o que presentou maior contido de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), sumatorio de ácidos linoleicos conxugados (SumCLA), Omega 3 e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA). Isto confirma que dito leite era de pastoreo e que as vacas das que se obtivo ese leite recibiron maior cantidade de herba verde na súa alimentación. Ademais, deses dous lotes o que presentou maior contido de SumCLA, Omega 3 e PUFA foi o lote 21, o cal se recolleu no mes de maio, é dicir dentro do período primavera-verán que é cando as vacas reciben máis pasto.

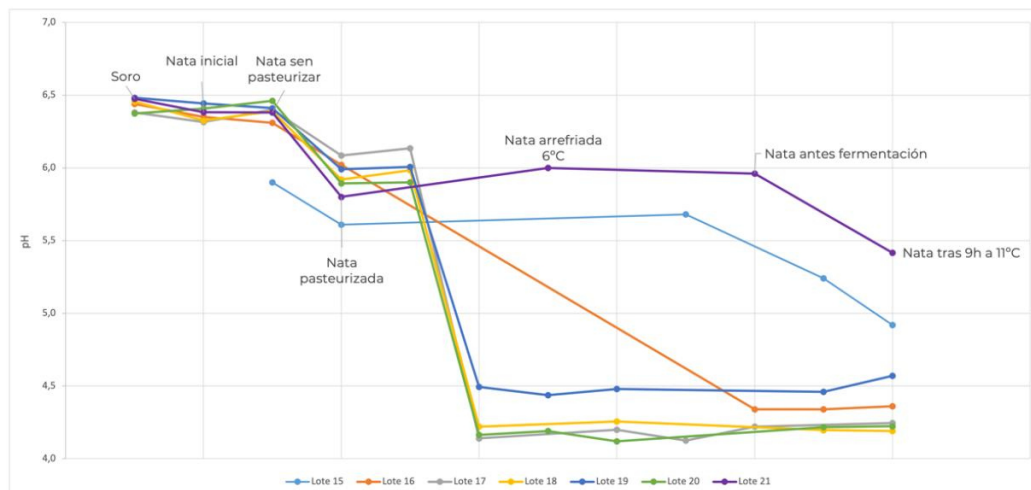
Ademais, tamén hai que destacar que o leite do lote 15 foi o que presentou maior contido de ácidos graxos saturados (SFA), o cal é lóxico porque foi leite recollido en febreiro (inverno), que é cando as vacas se estabulan e son alimentadas con ensilado e concentrado (Roca-Fernández e González-Rodríguez, 2013). Polo tanto estes resultados confirman que, cunha selección apropiada das ganderías das que proceda o leite, é posible partir de leite de pastoreo para a fabricación de manteiga.

2.2. Características do soro lácteo resultante da fabricación do queixo

Tal e como se amosa na Táboa 4, nos primeiros lotes fabricados (lotes 1-14), obtivéronse valores de pH moi dispares para a nata de partida (sen pasteurizar), chegando incluso a valores por debaixo de 5. Isto afectaba ó proceso de fabricación da manteiga xa que supuña partir dunha nata cun pH tan baixo que impedía o correcto crecemento e acción dos fermentos engadidos. Co fin de poder saber a que se debía dita variación e evitar que isto tamén sucedera nos seguintes lotes a fabricar (15-21), fixéronse diferentes análises microbiolóxicos e de pH en mostras de soro e nata ó longo de diferentes ciclos de desnatado (non se amosan estes resultados). Isto serviu para saber que as diferencias de pH debíanse á rápida contaminación que sofre o soro (debido o alto contido de lactosa que contén) durante o seu almacenamento ata que se inicia a etapa de desnatado. Canto máis se retrase o inicio do desnatado maiores recontos microbianos e valores máis baixos de pH se obteñen no soro. Polo tanto, de cara a mellorar as fabricación de manteiga, nos lotes fabricados ca receita de inverno (lotes 15-21) levouse á cabo un control exhaustivo do inicio do desnatado do soro e ademais engadíronse análises de pH e microbiolóxicos tanto do soro como da nata ó longo do proceso de desnatado.

Táboa 3. Perfil de ácidos graxos do leite.

LOTE	BCFA_%	SFA_%	MUFA_%	SumCLA_%	Omega 3_%	Omega 6_%	Short Chain-C4-C10_%	Med Chain-C11-C17_%	Long Chain-C18-C22_%	PUFA_%
1_2_3	2,18±0,06 ^a	67,13±0,18 ^d	26,54±0,15 ^{cd}	1,10±0,05 ^{bcd}	0,77±0,01 ^{de}	2,50±0,05 ^{cd}	11,96±0,38 ^{abcd}	54,48±0,10 ^{ef}	32,87±0,25 ^{ab}	4,24±0,05 ^{cd}
4_5_6	2,48±0,05 ^{def}	67,26±0,13 ^d	25,83±0,17 ^a	1,16±0,04 ^e	0,82±0,01 ^f	2,57±0,06 ^{de}	13,00±0,29 ^f	54,65±0,16 ^{ef}	32,19±0,09 ^a	4,39±0,04 ^e
7_8_9	2,38±0,06 ^{cd}	67,26±0,30 ^d	26,30±0,13 ^{bc}	1,05±0,03 ^{bc}	0,75±0,02 ^{bcd}	2,40±0,07 ^c	12,01±0,30 ^{bcd}	54,63±0,12 ^{ef}	32,37±0,21 ^a	4,19±0,11 ^{bc}
10_11_12	2,38±0,04 ^{cd}	65,85±0,24 ^b	27,52±0,14 ^e	1,08±0,03 ^{bcd}	0,86±0,02 ^g	2,62±0,07 ^e	11,53±0,25 ^{ab}	52,97±0,21 ^c	34,34±0,21 ^{bc}	4,50±0,09 ^f
13_14	2,29±0,13 ^{abc}	64,43±0,55 ^a	28,76±0,22 ^f	1,23±0,07 ^f	0,87±0,03 ^g	2,11±0,04 ^a	11,65±0,47 ^{abc}	50,82±0,96 ^a	37,33±3,99 ^d	4,60±0,05 ^f
15	2,22±0,05 ^{ab}	67,81±0,20 ^e	26,04±0,15 ^{ab}	0,99±0,02 ^a	0,69±0,02 ^a	2,19±0,09 ^{ab}	11,39±0,40 ^a	55,63±0,25 ^g	31,67±0,37 ^a	3,98±0,07 ^a
16	2,42±0,05 ^{cde}	66,32±0,61 ^c	26,89±0,61 ^d	1,12±0,04 ^{de}	0,80±0,03 ^{ef}	2,41±0,13 ^c	12,81±0,26 ^{ef}	53,69±0,96 ^d	33,20±1,03 ^{abc}	4,34±0,10 ^{de}
17	2,34±0,06 ^{bcd}	67,06±0,15 ^d	26,35±0,17 ^{bc}	1,04±0,04 ^b	0,71±0,03 ^{ab}	2,27±0,05 ^b	12,23±0,46 ^{cd}	54,65±0,33 ^{ef}	32,01±0,36 ^a	4,12±0,04 ^b
18	2,32±0,24 ^{bc}	66,87±0,54 ^d	26,80±0,43 ^d	1,09±0,02 ^{bcd}	0,74±0,04 ^{bcd}	2,22±0,08 ^{ab}	11,90±0,50 ^{abcd}	54,08±0,38 ^{de}	33,32±1,36 ^{abc}	4,11±0,11 ^b
19	2,43±0,05 ^{cdef}	66,98±0,25 ^d	26,30±0,23 ^{bc}	1,11±0,04 ^{cde}	0,76±0,03 ^{cde}	2,27±0,05 ^b	12,12±0,45 ^{bcd}	54,60±0,38 ^{ef}	32,26±0,51 ^a	4,28±0,06 ^{cde}
20	2,55±0,04 ^{ef}	67,26±0,18 ^d	26,08±0,18 ^{ab}	1,08±0,03 ^{bcd}	0,72±0,03 ^{abc}	2,16±0,06 ^{ab}	12,31±0,25 ^{de}	55,02±0,19 ^{fg}	31,84±0,28 ^a	4,13±0,06 ^b
21	2,56±0,03 ^f	65,50±0,21 ^b	27,78±0,21 ^e	1,30±0,02 ^g	0,97±0,02 ^h	2,22±0,06 ^{ab}	12,32±0,46 ^{de}	51,72±0,46 ^b	34,55±0,45 ^c	4,71±0,10 ^g



Imaxe 6. Evolución do pH obtida para os lotes 15-21 dende a obtención do soro lácteo ata o momento anterior ó batido da nata e obtención da manteiga.

Como se pode ver na Imaxe 6, nos lotes 16-21 partiuse de pH elevados no soro ($> 6,3$), co cal se logrou mellorar a calidade do soro de partida. Aínda tendo conta dos ritmos de desnatado, tal e como se amosa na Imaxe 7, os recontos microbianos nas mostras de soro dos lotes 15-21 foron elevados, principalmente para bacterias mesófilas aerobias e bacterias lácticas (da orde de 10^5 - 10^7 ufc/g ou 5-6 log ufc/g). Hai que ter en conta que no soro quedan restos dos propios fermentos engadidos durante a fabricación do queixo, polo que gran parte de ditos recontos se deba a iso. No caso dos microorganismos asociados a contaminacións, como son as enterobacterias e os coliformes, os recontos no soro non foron tan elevados pero a simple presenza deses microorganismos indican que hai que controlar a calidade hixiénico-sanitaria e que a pasteurización da nata, previa a fabricación da manteiga, debe ser efectiva para asegurar a eliminación deses microorganismos.

2.3. Características da nata obtida tralo desnatado do soro lácteo

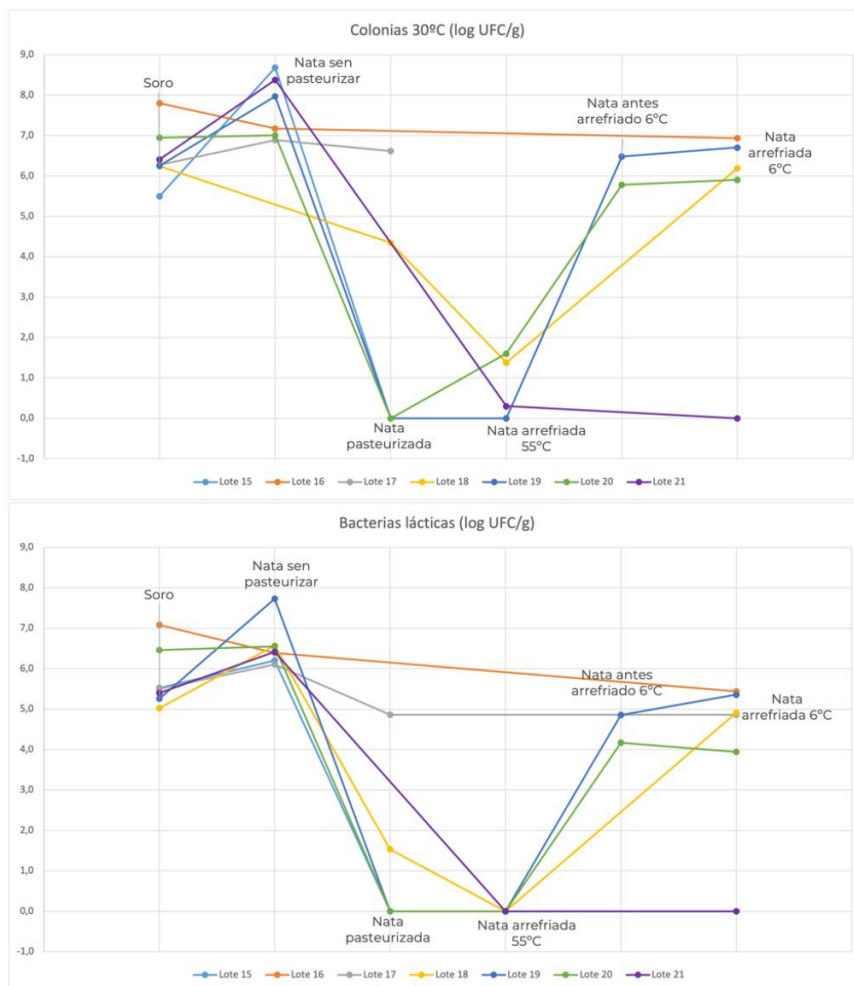
No relativo á composición físico-química da nata sen pasteurizar (Táboa 4), para os lotes 1-14 e para o pH dos lotes 15-21 non foi posible realizar o análise estatístico dado que non houbo suficientes réplicas de todos os lotes. Observando os valores obtidos pódese dicir que non houbo grandes diferencias entre lotes 1-14, mais alá das xa comentadas antes para o pH.

No caso dos lotes 15-21 hai que destacar que non houbo grandes diferencias significativas, especialmente no relativo ó porcentaxe de graxa obtido tralo desnatado do soro.

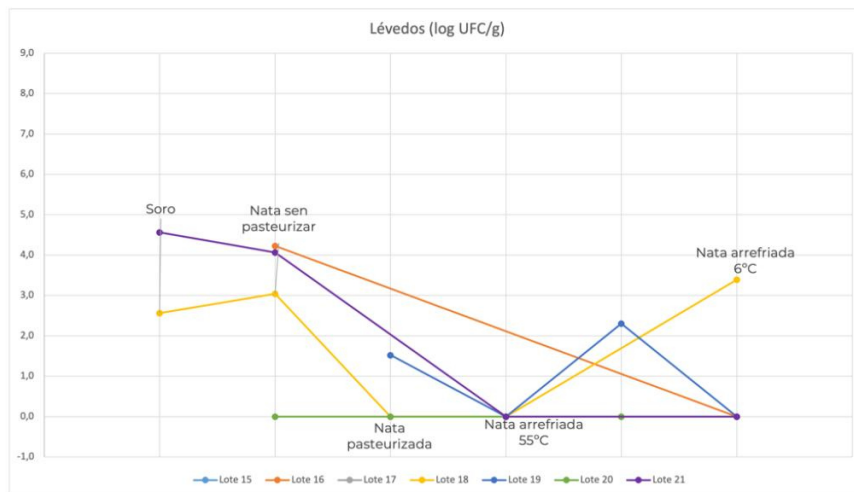
LOTE	Proteína_%	Sólidos Totais_%	Graxa_%	pH
1_2_3	0,67±0,10	43,40±0,25	38,09±0,19	6,22±0,00
4_5_6	0,81±0,06	47,50±0,09	42,50±0,20	4,56±0,01
7_8_9	0,65±0,00	44,62±0,00	39,35±0,00	6,26±0,00
10_11_12	0,72±0,01	47,69±0,22	42,54±0,34	5,83±0,03
13_14	0,80±0,03	42,17±0,20	36,56±0,20	5,99±0,59
15	1,04±0,06 ^c	39,47±0,25 ^{bc}	33,64±0,27 ^a	5,90±0,00
16	0,84±0,03 ^{ab}	43,34±0,17 ^{bc}	37,84±0,22 ^c	6,31±0,00
17	0,84±0,03 ^{ab}	38,55±0,05 ^{ab}	32,51±0,12 ^a	6,41±0,01
18	0,83±0,04 ^{ab}	41,34±0,36 ^{bc}	35,73±0,34 ^b	6,40±0,01
19	0,79±0,04 ^{ab}	43,24±0,17 ^{bc}	37,77±0,16 ^c	6,40±0,01
20	0,89±0,11 ^b	34,79±5,81 ^a	28,27±6,67 ^a	6,45±0,01
21	0,73±0,04 ^a	44,36±0,21 ^c	38,97±0,26 ^c	6,37±0,01

No relativo ós análises microbiolóxicas, tal e como se observa na Imaxe 7, trala etapa de pasteurización, as únicas mostras de nata que mostraron recontos nulos para bacterias mesófilas aerobias (colonias 30°C), bacterias lácticas, enterobacterias e coliformes foron as corresponden aos lotes 15, 19 e 20 (no caso do lote 21 non hai resultados nese punto porque non foi posible analizar dita mostra). No caso do lote 18, que sufriu un ciclo de pasteurización similar aos lotes 15, 19, 20 e 21, dito tratamento non foi suficiente xa que se obtiveron recontos positivos para bacterias mesófilas aerobias e bacterias lácticas. Isto puido ser debido a que a limpeza do fermentador previa a pasteurización non se realizou da mesma maneira que nos outros lotes e por iso ese lote resultou contaminado. Tendo en conta estes resultados pódese dicir que o tempo de pasteurización máis efectivo foi o aplicado nos lotes 15, 18, 19, 20 e 21 e que o tratamento aplicado nos lotes 16 e 17 (tempos máis curtos de pasteurización) foi insuficiente.

Despois do tratamento de pasteurización volvéronse a obter recontos positivos para todos os microorganismos e a maioría dos lotes o cal indica que houbo unha contaminación posterior ó tratamento térmico. No caso dos lotes 15 e 21, que foron os únicos que non sufriron recontaminación, a diferenza máis notable foi que neses casos non se realizou a etapa de arrefriado a 55 °C trala pasteurización. Polo tanto, de cara a optimizar a receita hai que ter en conta que se deben facer tratamentos largos de pasteurización e seguidamente arrefriar a nata para evitar contaminacións posteriores.







Imaxe 7. Recontos microbiolóxicos obtidos para os lotes 15-21 dende a obtención dos soro lácteo (1º punto do gráfico) ata o momento anterior ó batido da nata e obtención da manteiga

No caso da composición físico-química da nata tralo tratamento de pasteurización (Táboas 5 e 6), hai que destacar que houbo diferencias significativas entre os lotes 1-14 no relativo ó contido de sólidos totais e graxa. Estas diferencias seguramente sexan debidas ás propias diferencias que hai en canto ó porcentaxe de graxa da propia nata. Estas variacións foron debidas a que, polo de agora, o axuste da desnatadora faise de xeito manual, o que fai moi complexo poder obter a nata sempre co mesmo porcentaxe de graxa. A idea é automatizar este proceso nun futuro proxecto para facilitar a homoxeneidade da materia prima empregada e, por tanto, dos diferentes lotes de manteiga. Como se observa na Táboa 5, a nata que tivo menor contido de graxa foi a correspondente ós lotes 1_2_3, seguida da 7_8_9, 13_14, 4_5_6 e por último, co maior contido de graxa estaría a nata dos lotes 10_11_12.

Por outro lado, parece que o contido de graxa afecta á textura da nata montada, concretamente ó valor de forza máxima que é o equivalente á dureza do produto (Biglarian e col., 2022). Así, os lotes 4_5_6 e 10_11_12 que tiveron maior contido graxo fóron tamén os que mostraron maior dureza.

No caso dos lotes 15-21, houbo menos diferencias no relativo á composición físico-química e isto reflexouse tamén nos resultados de dureza. Isto reflexa que nos lotes 15-21, que foron os últimos fabricados, conseguiuase estandarizar mellor o proceso de desnatado do soro. (Táboa 6)

En canto ó perfil de ácidos graxos na nata (Táboa 7), pódese observar que os resultados obtidos foron moi similares ós obtidos para o leite. Así, a nata dos lotes 13, 14 e 21 procedentes de leite de pastoreo, presentaron un contido de ácidos graxos saturados significativamente máis baixo e un contido significativamente máis elevado de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados. Cabe destacar que, neste caso, hai menos diferencias no contido dos ácidos graxos saturados ramificados (BCFA). Seguramente as diferenzas que podemos observar entre o perfil lipídico da leite e da nata sexan máis debidas as propias diferenzas na composición da leite empregada como materia prima que ós cambios provocados polo tratamento de pasteurización da nata en si (Lina, 2019).

Táboa 5. Composición físico-química e textura da nata pasteurizada dos lotes 1-14.

LOTE	Proteína_%	Sólidos Totais_%	Graxa_%	Forza máxima(g)	Forza mínima (g)	Forza final (g)
1_2_3	0,78±0,02 ^a	43,46±0,09 ^a	37,98±0,14 ^a	149,00±10,45 ^a	-73,40±16,83 ^{cd}	148,07±10,50 ^a
4_5_6	0,93±0,07 ^{bc}	47,89±0,23 ^d	42,85±0,22 ^d	340,07±11,76 ^c	-193,80±15,65 ^b	338,63±11,69 ^c
7_8_9	1,95±0,04 ^d	45,49±0,20 ^b	39,99±0,26 ^b	244,03±9,53 ^b	-137,80±13,18 ^{bc}	242,73±9,53 ^b
10_11_12	0,85±0,08 ^{ab}	51,86±0,37 ^e	46,93±0,32 ^e	502,37±43,35 ^d	-274,90±40,43 ^a	500,63±43,15 ^d
13_14	0,96±0,04 ^c	47,30±0,16 ^c	41,99±0,12 ^c	173,95±7,42 ^a	-66,65±12,94 ^d	172,90±7,35 ^a

Táboa 6. Composición físico-química e textura da nata pasteurizada dos lotes 15-21.

LOTE	Proteína_%	Sólidos Totais_%	Graxa_%	Forza máxima (g)	Forza mínima (g)	Forza final (g)
15	0,95±0,06 ^b	38,80±0,97 ^a	32,78±1,08 ^a	163,10±16,36 ^{ab}	-80,70±9,69 ^b	162,07±16,35 ^{ab}
16	1,18±0,03 ^d	44,05±0,13 ^c	38,60±0,16 ^c	211,87±10,65 ^b	-131,90±14,95 ^a	208,87±8,11 ^b
17	1,18±0,07 ^d	38,96±0,05 ^a	33,03±0,03 ^a	111,23±17,85 ^a	-51,37±8,20 ^b	110,33±17,75 ^a
18	1,09±0,06 ^{cd}	41,80±0,15 ^b	36,22±0,16 ^b	172,77±34,40 ^{ab}	-89,43±28,30 ^{ab}	171,70±34,15 ^{ab}
19	1,06±0,07 ^c	43,63±0,24 ^c	38,16±0,20 ^c	104,63±51,64 ^a	-64,97±22,83 ^b	103,57±51,50 ^a
20	1,17±0,02 ^d	39,59±0,58 ^a	33,74±0,62 ^a	132,23±34,40 ^a	-84,90±31,46 ^{ab}	131,03±34,54 ^a
21	0,77±0,03 ^a	43,41±0,30 ^c	37,83±0,36 ^c	156,50±16,56 ^{ab}	-74,17±5,49 ^b	155,60±16,57 ^{ab}

Táboa 7. Perfil de ácidos graxos da nata.

LOTE	BCFA_%	SFA_%	MUFA_%	SumCLA_%	Omega 3_%	Omega 6_%	Short Chain-C4-C10_%	Med Chain-C11-C17_%	Long Chain-C18-C22_%	PUFA_%
1_2_3	2,21±0,02 ^a	67,70±0,12 ^e	26,18±0,26 ^{bc}	1,04±0,01 ^{ab}	0,75±0,01 ^{bc}	2,31±0,05 ^c	12,14±0,52 ^{abcde}	54,80±0,18 ^f	32,81±0,47 ^b	4,05±0,04 ^{ab}
4_5_6	2,52±0,02 ^c	67,21±0,16 ^{de}	25,74±0,08 ^a	1,15±0,02 ^d	0,80±0,02 ^d	2,45±0,03 ^d	12,82±0,32 ^e	54,25±0,09 ^{de}	32,63±0,24 ^b	4,29±0,05 ^{de}
7_8_9	2,42±0,04 ^{bc}	67,71±0,17 ^e	25,70±0,16 ^a	1,03±0,02 ^{ab}	0,78±0,01 ^{cd}	2,62±0,03 ^e	11,99±0,18 ^{bcd}	55,45±0,11 ^h	32,05±0,28 ^{ab}	4,21±0,06 ^{cd}
10_11_12	2,37±0,04 ^{abc}	66,32±0,09 ^c	26,98±0,10 ^d	1,08±0,02 ^{bc}	0,84±0,01 ^e	2,56±0,03 ^e	11,37±0,34 ^{ab}	53,45±0,18 ^c	34,08±0,21 ^c	4,42±0,04 ^f
13_14	2,42±0,03 ^{bc}	64,74±0,25 ^a	28,27±0,18 ^f	1,27±0,03 ^e	0,86±0,01 ^e	2,09±0,04 ^a	11,05±0,38 ^a	51,52±0,22 ^a	35,57±0,20 ^d	4,46±0,08 ^f
15	2,26±0,05 ^{ab}	67,72±0,16 ^e	26,02±0,15 ^{ab}	0,99±0,03 ^a	0,69±0,02 ^a	2,12±0,07 ^{ab}	11,51±0,19 ^{abc}	55,42±0,16 ^h	31,90±0,32 ^{ab}	3,99±0,07 ^a
16	2,43±0,05 ^{bc}	66,87±0,21 ^d	26,34±0,15 ^{bc}	1,12±0,05 ^{cd}	0,77±0,02 ^{cd}	2,31±0,07 ^c	12,75±0,22 ^{de}	54,58±0,20 ^{aef}	32,27±0,26 ^{ab}	4,26±0,05 ^{ade}
17	2,38±0,02 ^{abc}	67,00±0,15 ^d	26,45±0,16 ^c	1,07±0,04 ^{bc}	0,72±0,03 ^{ab}	2,23±0,05 ^c	12,12±0,55 ^{abcde}	54,38±0,20 ^{ae}	32,29±0,26 ^b	4,14±0,03 ^{bc}
18	2,28±0,37 ^{ab}	66,79±0,84 ^d	27,03±0,55 ^d	1,11±0,01 ^{cd}	0,76±0,05 ^{bcd}	2,21±0,10 ^{bc}	11,91±0,72 ^{bc}	53,98±0,55 ^d	33,99±1,84 ^c	4,11±0,06 ^{bc}
19	2,42±0,02 ^{bc}	67,12±0,18 ^d	26,18±0,24 ^{bc}	1,12±0,02 ^{cd}	0,77±0,02 ^{cd}	2,26±0,06 ^c	12,23±0,47 ^{cde}	54,93±0,07 ^f	31,87±0,42 ^{ab}	4,31±0,06 ^e
20	2,54±0,04 ^c	67,21±0,18 ^{de}	26,01±0,15 ^{ab}	1,10±0,03 ^{cd}	0,74±0,03 ^{bc}	2,12±0,05 ^{ab}	12,21±0,28 ^{cde}	55,13±0,14 ^{gh}	31,67±0,13 ^a	4,13±0,02 ^{bc}
21	2,57±0,02 ^c	65,55±0,28 ^b	27,65±0,22 ^e	1,31±0,02 ^e	0,96±0,02 ^f	2,21±0,07 ^{bc}	12,26±0,56 ^{cde}	52,09±0,20 ^b	34,24±0,35 ^c	4,64±0,10 ^g

Nas Táboas 8 e 9 amósanse os valores que tomaron os parámetros de cor para a nata, ao día seguinte da súa produción.

Táboa 8. Promedio das coordenadas de color ($L^*a^*b^*$) nos diferentes grupos de lotes da nata (Lotes 1 - 14)			
Grupos de lotes	L^*	a^*	b^*
Lotes 1, 2 e 3	95,07±1,01 ^α	-7,29±0,07 ^α	20,70±0,14 ^α
Lotes 4, 5 e 6	96,25±0,05 ^β	-7,52±0,01 ^α	21,42±0,04 ^{αζ}
Lotes 7, 8 e 9	96,69±0,14 ^β	-7,17±0,02 ^α	19,59±0,11 ^β
Lotes 10, 11 e 12	96,53±0,34 ^β	-7,37±0,03 ^α	20,82±0,04 ^{αζ}
Lotes 13, 14	96,19±0,55 ^β	-7,30±0,07 ^α	21,62±0,15 ^ζ

^{α,β,ζ} Diferenzas significativas entre grupos de lotes preparados ca mesma nata

Táboa 9. Promedio das coordenadas de color ($L^*a^*b^*$) nos diferentes grupos de lotes da nata (Lotes 15 - 21)			
Grupos de lotes	L^*	a^*	b^*
Lote 15	96,18±0,09 ^α	-7,59±0,00 ^α	20,54±0,02 ^{αβ}
Lote 16	96,20±0,33 ^α	-7,55±0,03 ^α	19,87±0,10 ^{αγ}
Lote 17	98,66±0,39 ^β	-7,64±0,04 ^α	18,87±0,12 ^{δε}
Lote 18	99,89±0,65 ^β	-7,71±0,00 ^α	19,27±0,02 ^{γδ}
Lote 19	95,82±0,24 ^α	-7,34±0,03 ^α	20,61±0,08 ^β
Lote 20	95,89±0,33 ^α	-7,15±0,04 ^α	18,47±0,08 ^ε

^{α,β,γ,δ,ε} Diferenzas significativas entre os lotes

Nos lotes 1 - 14, aínda que as diferencias son moi sutís, os lotes 7,8 e 9 son os que presentaron unha cor máis próxima ao branco. É o grupo con valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixo para o parámetro b^* (coordenadas amarelo/azul). Para o parámetro a^* non hai diferencias significativas ($p > 0,05$). E o grupo de lotes 1,2, e 3 é o que presenta valores de L significativamente ($p < 0,05$) máis baixos, este é o máis afastado do branco.

Dos lotes 15 ó 21, os lotes 17 e 18 son os que presentaron unha cor máis próxima ó branco con valores de L^* significativamente ($p < 0,05$) máis altos que o resto, como se pode apreciar a simple vista nas cores representadas na Táboa 9. Para o parámetro a^* non hai diferencias significativas ($p > 0,05$). Pola contra, no parámetro b^* si hai diferencias significativas entre lotes ($p < 0,05$) sendo o lote 15 e o 19 os que presentan valores maiores, isto é natas máis amarelas.

Os valores da actividade de auga (a_w) para a nata ao día seguinte da súa obtención amósanse na Táboa 10 e Táboa 11.

Táboa 10. Promedio da actividade de auga (a_w) nas mostras de nata ensaiadas no día seguinte á súa fabricación (Lotes 1 - 14)	
Lotes 1, 2 e 3	0,957±0,001 ^{αζ}
Lotes 4, 5 e 6	0,953±0,001 ^β
Lotes 7, 8 e 9	0,955±0,001 ^{αβ}
Lotes 10, 11 e 12	0,960±0,002 ^ζ
Lotes 13 e 14	0,982±0,001 ^δ

^{α,β,γ,δ,ε} Diferenzas significativas entre grupos de lotes preparados ca mesma nata

Táboa 11. Promedio da actividade de auga (a_w) nas mostras de nata ensaiadas no día seguinte á súa fabricación (Lotes 15 - 21)	
Lote 15	0,954±0,002 ^α
Lote 16	0,974±0,001 ^β
Lote 17	0,962±0,001 ^γ
Lote 18	0,973±0,001 ^{βδ}
Lote 19	0,961±0,002 ^γ
Lote 20	0,962±0,002 ^γ
Lote 21	0,969±0,002 ^δ

^{α,β,γ,δ} Diferenzas significativas entre lotes

En relación ás mostras de nata dos lotes 1 – 14 (Táboa 10), aquela que se empregou nos lotes 13 e 14 foi a que presentou valores de a_w significativamente ($p < 0,05$) maiores e a empregada para os lotes 4,5 e 6 a que mostrou valores significativamente inferiores ($p < 0,05$).

Dos lotes 15 – 21 (Táboa 11) as mostras que presentaron valores de a_w significativamente ($p < 0,05$) máis baixos foron as do lote 15. Mentres que as que presentaron valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos foron as dos lotes 16 e 18.

Nas Táboas 12 e 13 móstranse os resultados para os tamaños de partícula das emulsións (aceite-en-auga) nas mostras de nata.

Táboa 12 . Tamaño de partícula dos distintos grupos de lotes de nata ensaiados. (Lotes 1 – 14)						
Lotes	Réplica	< 10 %	< 25 %	< 50 %	< 75 %	< 90 %
		μm				
1,2,3	a	4,09	59,95	87,71	116,90	145,90
	b	2,44	6,75	78,88	113,00	153,30
	c	3,47	53,61	80,67	101,10	119,79
Promedio		3,33 $\pm$ 0,84	40,10 $\pm$ 29,06	82,42 $\pm$ 4,67	110,33 $\pm$ 8,23	139,66 $\pm$ 17,61 ¹
4,5,6	a	59,22	84,48	117,30	161,40	208,70
	b	15,27	63,84	87,39	110,20	135,50
	Promedio	3,99	56,37	82,59	105,40	126,00
7,8,9	a	3,73	59,48	88,00	115,70	149,10
	b	37,78	69,76	92,82	116,80	142,70
	c	59,07	81,37	111,10	153,70	204,60
Promedio		33,53 $\pm$ 27,91	70,20 $\pm$ 10,95	97,31 $\pm$ 12,19	128,73 $\pm$ 21,19	165,47 $\pm$ 34,04 ¹
10,11,12	a	44,26	74,91	106,60	153,10	225,20
	b	3,48	55,20	81,91	107,60	134,70
	c	2,88	57,23	88,42	118,60	152,80
Promedio		16,87 $\pm$ 23,72	62,45 $\pm$ 10,84	92,31 $\pm$ 12,80	126,43 $\pm$ 23,74	170,90 $\pm$ 47,89 ¹
13,14	a	13,83	64,93	91,49	122,80	162,70
	b	4,31	58,79	83,44	105,60	130,00
	c	36,57	68,29	92,21	118,10	148,80
Promedio		18,24 $\pm$ 16,58	64,00 $\pm$ 4,82	89,05 $\pm$ 4,87	115,50 $\pm$ 8,89	147,17 $\pm$ 16,41 ¹

¹ $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ Diferenzas significativas entre grupos de lotes preparados ca mesma nata.

Táboa 13. Tamaño de partícula dos distintos grupos de lotes de nata ensaiados. (Lotes 15 – 21)						
Lotes	Réplica	< 10 %	< 25 %	< 50 %	< 75 %	< 90 %
		μm				
15	a	42,27	72,60	104,60	137,50	167,20
	b	3,65	41,11	75,14	97,54	114,70
	Promedio	22,96 $\pm$ 27,31	56,86 $\pm$ 22,27	89,87 $\pm$ 20,83	117,52 $\pm$ 28,26	140,95 $\pm$ 37,12 ^a
16	a	2,03	3,77	12,94	76,14	112,90
	b	2,19	4,61	28,04	102,90	148,70
	c	2,18	4,49	27,91	88,12	131,90
Promedio		2,13 $\pm$ 0,09	4,29 $\pm$ 0,45	22,96 $\pm$ 8,68	89,05 $\pm$ 13,40	131,17 $\pm$ 17,91 ^{a\beta}
17	a	1,64	2,94	7,56	32,53	52,88
	b	1,74	3,60	16,60	45,07	68,47
	c	1,73	3,56	16,06	43,95	65,58
Promedio		1,70 $\pm$ 0,06	3,37 $\pm$ 0,37	13,41 $\pm$ 5,07	40,52 $\pm$ 6,94	62,31 $\pm$ 8,29 ^{\gamma}
18	a	1,93	3,93	14,66	43,78	78,08
	b	1,98	4,25	17,21	49,08	80,28
	c	1,98	4,29	17,14	47,45	77,74
Promedio		1,96 $\pm$ 0,03	4,16 $\pm$ 0,20	16,34 $\pm$ 1,45	46,77 $\pm$ 2,71	78,70 $\pm$ 1,38 ^{\gamma}
19	a	1,52	2,57	6,14	37,93	83,40
	b	1,62	2,90	13,00	51,92	89,83
	c	1,60	2,84	11,18	49,44	82,59
Promedio		1,58 $\pm$ 0,05	2,77 $\pm$ 0,18	10,11 $\pm$ 3,55	46,43 $\pm$ 7,46	85,27 $\pm$ 3,97 ^{\beta\gamma}
20	a	1,74	3,50	30,98	80,82	124,80
	b	1,63	2,97	14,09	38,59	82,87
	c	1,68	3,11	17,24	45,02	99,91
Promedio		1,69 $\pm$ 0,05	3,19 $\pm$ 0,28	20,77 $\pm$ 8,98	54,81 $\pm$ 22,75	102,53 $\pm$ 21,09 ^{a\beta\gamma}

^{a, \beta, \gamma} Diferenzas significativas entre lotes

Dos lotes 1 ó 14, o 90% das partículas en todos os lotes teñen un tamaño inferior a 170 μm . Aínda que as dos lotes 10,11,12 son as que presentan tamaños de partícula maiores, non hai diferenzas significativas ($p > 0,05$) con respecto aos outros lotes (Táboa 12).

No caso dos lotes do 15 ó 21, o 90% das partículas en todos os lotes teñen un tamaño inferior a 141 μm . Os lotes 17, 18 e 19 presentaron tamaños de partícula inferiores a 86 μm . Os Lotes 15 e 16 mostraron os valores máis elevados e os 17, 18 e 19 os valores máis baixos (Táboa 13).

Os resultados de forza media obtidos para a nata móstranse nas Táboas 14 e 15.

Táboa 14. Valores promedio de resistencia (Plateau Force, N) obtidos nas mostras de nata nos diferentes lotes analizados (Lotes 1 – 14)	
Lotes 1, 2 e 3	2,51 $\pm$ 0,07 ¹
Lotes 4, 5 e 6	3,63 $\pm$ 0,15 ²
Lotes 7, 8 e 9	2,83 $\pm$ 0,06 ¹
Lotes 10, 11 e 12	6,03 $\pm$ 0,12 ³
Lotes 13, 14	3,46 $\pm$ 0,43 ²

Táboa 15. Valores promedio de resistencia (Plateau Force, N) obtidos nas mostras de nata nos diferentes lotes analizados (Lotes 15 – 21)	
Lote 15	2,85 $\pm$ 0,24 ^{α}
Lote 16	4,19 $\pm$ 0,10 ^{β}
Lote 17	2,99 $\pm$ 0,15 ^{α}
Lote 18	4,03 $\pm$ 0,06 ^{β}
Lote 19	3,57 $\pm$ 0,09 ^{γ}
Lote 20	2,48 $\pm$ 0,07 ^{δ}
Lote 21	4,19 $\pm$ 0,10 ^{β}

Como se ve na Táboa 14, a nata dos lotes 10, 11 e 12 dan valores de resistencia significativamente ($p < 0,05$) superiores aos dos outros lotes. Pola contra as natas dos lotes 1, 2 e 3 e 7, 8, e 9 son as que proporcionan valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos.

Existe unha correlación entre a textura e o tamaño das partículas nas mostras de nata. Sert e Mercan (2020) observou valores máis elevados de firmeza e consistencia en mostras de nata como consecuencia de un aumento no tamaño das partículas de graxa. Tamén no noso caso as mostras que daban tamaños de partícula maiores eran as dos lotes 10,11,12, aínda que sen diferencias significativas ($p > 0,05$) con respecto aos outros lotes, son agora as que dan valores máis elevados de resistencia.

Como se pode ver na Táboa 15, dos lotes do 15 ó 21, os lotes 16, 18 e 21 presentan valores de resistencia significativamente ($p < 0,05$) superiores aos outros lotes. E o Lote 20 foi o que presentou valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos.

Habería que contrastar os resultados cos valores do contido en graxa de cada lote. Tense comprobado que a calidade da nata montada mellora ao aumentar o contido en graxa ata un 30%. Aumentos adicionais no contido en graxa non melloran a calidade da nata montada, pero si a súa consistencia/estabilidade e reducen o tempo preciso para montala. Así a nata con menos dun 22% de graxa non é apta para montar (Penfield e Campbell, 1990).

Táboa 16. Composición físico-química e textura da manteiga dos lotes 1-14.

LOTE	Graxa %	NaCl %	Auga %	pH	Índice de acidez (mg KOH/g materia graxa)	Forza máxima (g)	Forza mínima (g)	Forza final (g)
1	82,44±1,17 ^a	0,22±0,10 ^b	17,12±1,12 ^d	4,70±0,19 ^{abc}	0,75±0,12 ^{abc}	1956,74±281,63 ^{abcde}	-332,78±57,79 ^d	1823,65±273,36 ^{abcd}
2	81,49±0,81 ^a	0,23±0,11 ^b	18,09±0,83 ^d	4,37±0,36 ^a	0,75±0,19 ^{abc}	1999,30±307,15 ^{bcde}	-356,89±45,34 ^{bcd}	1848,74±292,91 ^{abcd}
3	86,26±0,97 ^c	0,05±0,19 ^a	13,19±0,87 ^a	4,46±0,24 ^{ab}	0,68±0,03 ^{abc}	2229,96±440,82 ^e	-355,16±48,22 ^{cd}	2111,66±447,81 ^d
4	81,95±1,25 ^a	0,42±0,07 ^{de}	17,34±1,50 ^d	4,49±0,33 ^{ab}	0,75±0,48 ^{abc}	1999,82±354,99 ^{bcde}	-409,78±40,45 ^{abcd}	1938,13±322,90 ^{bcd}
5	84,87±0,78 ^b	0,43±0,06 ^{def}	14,50±0,78 ^{bc}	4,41±0,14 ^a	0,86±0,38 ^{cd}	1913,61±327,88 ^{abcde}	-390,23±101,89 ^{abcd}	1851,99±295,85 ^{abcd}
6	86,78±0,29 ^c	0,29±0,09 ^{bc}	12,83±0,30 ^a	4,73±0,07 ^{abc}	0,87±0,40 ^{cd}	2019,40±237,69 ^{cde}	-424,84±182,41 ^{abcd}	1884,61±276,40 ^{abcd}
7	82,22±2,99 ^a	0,35±0,08 ^{cd}	17,08±2,98 ^d	4,59±0,22 ^{abc}	0,49±0,25 ^{ab}	1915,46±756,56 ^{abcde}	-381,35±107,58 ^{abcd}	1864,32±744,21 ^{abcd}
8	86,11±0,40 ^c	0,29±0,11 ^{bc}	13,70±0,46 ^{ab}	4,59±0,16 ^{abc}	0,45±0,20 ^a	2099,89±598,12 ^{de}	-452,82±96,74 ^{ab}	2032,34±566,25 ^{cd}
9	86,68±0,32 ^c	0,34±0,10 ^c	12,98±0,52 ^a	4,43±0,09 ^a	0,45±0,20 ^a	1851,80±415,37 ^{abcde}	-385,79±95,74 ^{abcd}	1728,34±377,97 ^{abcd}
10	82,18±1,01 ^a	0,51±0,09 ^f	17,49±0,98 ^d	4,61±0,59 ^{abc}	0,79±0,16 ^{bcd}	1735,10±299,98 ^{abcd}	-411,88±89,35 ^{abcd}	1665,72±317,57 ^{abc}
11	84,52±2,21 ^b	0,47±0,09 ^{ef}	15,06±2,09 ^c	4,95±0,48 ^c	0,74±0,11 ^{abc}	1659,28±313,70 ^{abc}	-411,83±60,38 ^{abcd}	1600,46±318,91 ^{ab}
12	86,16±0,59 ^c	0,43±0,10 ^{def}	13,67±0,74 ^{ab}	4,91±0,43 ^{bc}	0,76±0,10 ^{abc}	1618,32±421,71 ^{ab}	-462,20±117,61 ^a	1586,69±420,18 ^{ab}
13	81,64±1,18 ^a	0,33±0,11 ^c	17,69±1,32 ^d	4,39±0,11 ^a	1,33±0,55 ^e	1577,71±207,57 ^a	-403,13±52,61 ^{abcd}	1550,03±208,86 ^{ab}
14	84,00±0,98 ^b	0,33±0,08 ^c	15,40±0,91 ^c	4,37±0,17 ^a	1,09±0,15 ^{de}	1587,71±233,49 ^a	-441,95±114,58 ^{abc}	1541,97±233,65 ^a

Táboa 17. Composición físico-química e textura da manteiga dos lotes 15-21.

LOTE	Graxa %	NaCl %	Auga %	pH	Índice de acidez (mg KOH/g materia graxa)	Forza máxima (g)	Forza mínima (g)	Forza final (g)
15	85,88±1,50 ^{bc}	0,29±0,08 ^{ab}	13,01±1,57 ^{bc}	4,77±0,40 ^a	0,73±0,08 ^{ab}	1427,57±347,72 ^a	-405,07±109,14 ^{cd}	1325,70±357,63 ^{ab}
16	85,98±0,55 ^{bc}	0,29±0,07 ^{ab}	12,94±0,79 ^{bc}	4,52±0,24 ^a	0,69±0,06 ^a	1479,96±190,47 ^a	-449,92±51,86 ^b	1411,36±189,23 ^{ab}
17	85,75±0,60 ^b	0,27±0,09 ^{ab}	13,23±0,95 ^c	4,59±0,21 ^a	0,70±0,05 ^a	1615,07±291,39 ^b	-436,81±68,23 ^{bc}	1482,38±339,79 ^b
18	86,21±0,61 ^{bc}	0,31±0,07 ^{bc}	12,55±0,89 ^{ab}	4,72±0,32 ^a	0,71±0,06 ^a	1378,78±248,47 ^a	-425,05±94,35 ^{bc}	1286,67±301,53 ^a
19	85,60±0,36 ^b	0,26±0,07 ^a	13,21±0,48 ^c	4,50±0,17 ^a	0,74±0,08 ^{ab}	1468,97±362,68 ^a	-380,56±89,96 ^d	1351,06±451,46 ^{ab}
20	86,38±0,35 ^c	0,39±0,05 ^d	12,29±0,63 ^a	4,61±0,37 ^a	0,75±0,10 ^{ab}	1958,78±247,98 ^c	-536,39±77,73 ^a	1876,46±277,89 ^c
21	83,19±1,56 ^a	0,33±0,07 ^c	15,64±1,41 ^d	4,70±0,17 ^a	0,78±0,02 ^b	1401,33±202,61 ^a	-385,09±54,60 ^d	1341,31±197,81 ^{ab}

2.4. Características da manteiga analizando diferencias estatisticamente significativas entre os lotes fabricados

No caso da manteiga non se fixeron os análises estísticos de todos os lotes 1-21 en conxunto, senón que se fixeron en dous grupos (1-14 e 15-21) xa que cada grupo se fixo cunha receita de elaboración diferente (verán ou inverno).

Nas Táboas 16 e 17 preséntanse os resultados de composición físico-química e textura obtidos para a manteiga dos lotes 1-14 e 15-21, respectivamente.

2.4.1. Graxa

O porcentaxe de graxa é dos parámetros máis importantes nun produto deste tipo. De feito na lexislación establece un contido mínimo do 80% para a manteiga. Tal e como se observa nas Táboas 16 e 17, todos os lotes fabricados cumpren dito requisito xa que os porcentaxes de graxa sitúanse entre o 81% e o 86%. Nos análises estatísticos dos lotes 1-14 obtivéronse tres grupos ben diferenciados, sendo os primeiros lotes fabricados en cada tanda os que tiveron menor contido de graxa (lotes 1, 2, 4, 7, 10 e 13). Isto podería ser debido a que na elaboración dos lotes 1-14 aínda non estaba ben optimizado o proceso de fabricación e que polo tanto se fixese algunha etapa de xeito diferente nos lotes dunha mesma tanda. No caso dos lotes 15-21 houbo menos diferencias estatisticamente significativas que se deben principalmente á mellora conseguida no propio proceso de fabricación. O único sobresaínte para os lotes 15-21 foi o menor contido graxo do lote 21 (83,19%), elaborado a partir de leite de pastoreo e procedente dunha nata con alto contido de graxa polo que o menor contido de graxa na manteiga tivo que ser debido ó propio proceso de fabricación.

2.4.2. Sal

Á manteiga elaborada neste proxecto non se lle engadiu sal durante o proceso de fabricación, polo que a sal que posúe correspóndese co NaCl que queda no soro lácteo despois da fabricación do queixo.

Non existe unha lexislación como tal para o contido de sal en manteiga elaborada con soro. De acordo á bibliografía (Benítez Ramírez e Gutiérrez Heredia, 2013a) tratándose dunha manteiga elaborada a partir de nata de vaca, o contido máximo de sal sería do 2%. Tendo en conta este dato pódese dicir que todos os lotes elaborados (Táboas 16 e 17) cumpren dito requisito. De feito, exceptuando o lote 3 que tivo un contido moi baixo (0,05%), o resto de lotes tiveron entre un 0,22 e un 0,51% de NaCl.

No caso da manteiga etiquetada como “baixa en sal” o límite máximo de NaCl é de tan só un 0,12%, polo que no caso de querer fabricar dito produto habería que incrementar o lavado da manteiga para conseguir eliminar o exceso de sal.

2.4.3. Auga

En canto ó contido de auga, a lexislación marca un contido máximo de humidade do 16% para a manteiga. Tal e como se amosa na Táboa 16, os lotes 1, 2, 4, 7, 10 e 13 sobrepasaron dito límite. Estes foron os lotes que tamén mostraron menor contido de graxa e que, como se explicou mais arriba, foron os primeiros lotes fabricados en cada tanda. Polo que está claro que o proceso de fabricación deses lotes influíu na composición.

No caso dos lotes 15-21, todos tiveron menos do 16% de humidade (Táboa 17) polo que as melloras feitas no proceso de fabricación tamén se reflexan neste parámetro. A diminución da porcentaxe de auga seguramente sexa debido a un batido da nata máis eficiente e a un mellor lavado da pasta, o cal facilitou a formación dos graos de manteiga nos lotes 15-21 e, como consecuencia, a aliminación da mazada. Destes lotes, ó igual que ocorreu ca graxa, o lote 21 foi o mais diferente xa que presentou o maior contido de humidade, o cal era esperable xa que foi o que tivo menos graxa.

2.4.4. pH

En canto ó pH, no caso dos lotes 1-14 (Táboa 16) houbo poucas diferencias significativas, situándose todos os lotes en valores de pH de entre 4,37 e 4,95. Isto pon de manifesto que as diferencias de pH obtidas para a nata deses lotes, logo non afectou o pH final da manteiga.

No caso dos lotes 15-21 (Táboa 17), de novo reducíronse as diferencias con respecto ós lotes 1-14. De feito, de acordo os análises estatísticos podese dicir que non houbo diferencias de pH entre

os lotes 15-21, os cales representaron valores de entre 4,52 e 4,77. Este resultado confirma de novo que ó longo das fabricaciónns se logrou optimizar o proceso de fabricación resultando en lotes de manteiga mais homoxéneos.

2.4.5. Índice de acidez

As graxas e aceites, cando se expoñen ó aire, tenden a oxidarse e hidrolizarse con produción de ácidos carboxílicos volátiles, que lle dan á manteiga un sabor acedo e desagradable (Philip S. Bailey, 2001). A maioría destes procesos vense acusados co paso do tempo, de aí que se observe un lixeiro incremento da acidez ó longo da vida útil do produto posto que, canto máis tempo se expoñen ó aire e á luz durante longos períodos de tempo non só experimentan unha hidrólise lenta senón tamén unha ruptura oxidante dos ácidos liberado no punto onde existía a insaturación (Walter, 1977). Con todo, as manteigas fabricadas a partir de nata pasteurizada que son conservadas a temperaturas de refrixeración (como é o noso caso), é moito máis difícil que se enrancien.

De acordo á bibliografía, o valor límite para o índice de acidez da manteiga sitúase en 2 mg KOH/g graxa (Ziarno e col., 2023), é dicir, que por encima dese valor se poderían detectar os defectos relacionados co enranciamiento das graxas. De todos os lotes fabricados (Táboas 16 e 17) ningún superou eses valor. Os lotes que presentaron valores de acidez máis elevados foron o 13 (1,33 mg KOH/g graxa) e o 14 (1,09 mg KOH/g graxa) no grupo de lotes 1-14, e o lote 21 (0,78 mg KOH/g graxa) no grupo de lotes 15-21. Estes tres lotes foron fabricados con leite de pastoreo polo parece que a manteiga fabricada con este tipo de leite tende á oxidarse máis facilmente debido ao seu maior contido en ácidos graxos insaturados.

2.4.6. Textura

Nas Táboas 16 e 17 amósanse os resultados de textura obtidos por QUEIZUAR para todos os lotes de manteiga fabricados. Nos lotes 1-14 observouse moita variabilidade entre lotes para os tres parámetros de textura (forzas máxima, mínima e final). De feito os lotes 1-9 mostraron valores de forza máxima por encima de 1.800 g e nos seguintes lotes este valor foi baixando ata valores mínimos de cerca de 1.500 g nos lotes 13-14. Esta diminución da dureza ó longo das fabricaciónns consecutivas tamén indica que se foi mellorando o proceso de elaboración da manteiga. De feito nos seguintes lotes (15-21) acadáronse valores aínda máis baixos, de arredor de 1.400 g, na maioría dos lotes. Este sería un aspecto positivo posto que unha menor dureza vai ligado a unha maior facilidade para untar dito produto. Destes últimos, o peor lote sería o 20 xa que mostrou valores significativamente máis elevados (1.958 g).

A UVIGO avaliou os seguintes parámetros da textura:

A) Dureza das mostras de manteiga

A tendencia xeral para todos os lotes é que a dureza vai aumentando cos días de maduración sendo esta máis notoria entre os días 58 e 90 no cal os valores increméntanse mínimo en dúas unidades en todos eses lotes.

No análise de resultados por grupos de lotes preparados ca mesma nata (lotes do 1 ó 14) o aumento é significativo ($p < 0,05$) en cada punto de muestreo, excepto para o grupo de lotes 7, 8 e 9 para os que os valores de dureza aumentan do día 30 ó 58 días, pero ós 90 días baixan con respecto ós 58.

No grupo de lotes 13 e 14 a dureza aumenta cos días de maduración, sen embargo, esta é moi sutil.

Con respecto ás dúas réplicas de cada lote cabe destacar que no lote 7 houbo diferencias ente as mesmas en todos os días de maduración analizados e no lote 14 as diferencias déronse ós 15 e 30 días.

Se comparamos os grupos de lotes elaborados ca mesma nata entre si (Imaxe 8) observamos diferencias significativas ($p < 0,05$) entre practicamente todos os grupos de lotes. Os valores máis altos aparecen case sempre no grupo de lotes 4, 5 e 6. Mentres que os valores máis baixos aparecen case sempre no grupo 13, 14. Estes grupos tiñan valores de textura moi similares para a nata polo que as diferencias poderían deberse máis ás condicións de fabricación. Ou non tanto ao contido en graxa das natas (ver estes resultados), se non ao perfil de ácidos graxos de cada unha das natas (ver estes resultados).

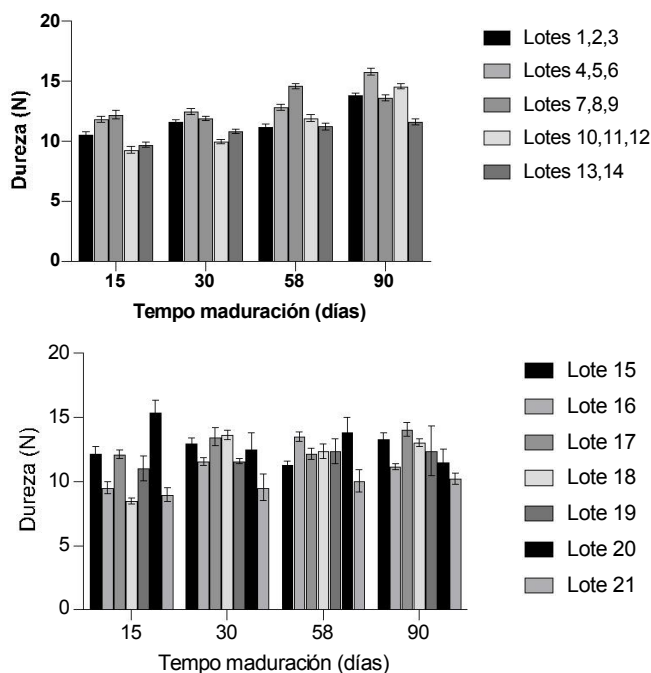
A dureza é o principal parámetro que determina a capacidade de untar de unha graxa, o cal vai influír no grado de aceptación polo consumidor (Bourne, 2002). O valor da dureza da manteiga vaise ver afectado pola súa composición en ácidos graxos; canto maior é a proporción de

triglicéridos sólidos, maior é a rixidez/dureza da graxa debido ao aumento do número de cristais e da forza entre os cristais.

No caso dos últimos lotes elaborados, do 15 ó 21, en xeral, a dureza aumenta principalmente dos 15 aos 30 días para logo manterse máis ou menos estable ata os 90 días de almacenamento, aínda que os Lotes 19 e 21 non se estabilizan ata os 58 días (Imaxe 9).

Si que se atopan diferenzas significativas entre os lotes. Destaca o Lote 21 que sempre aparece con valores de dureza significativamente ($p < 0,05$) máis baixos ao longo de todo o almacenamento. Habería que comprobar o contido en graxa e o tipo de ácidos graxos que contén.

En canto aos Lotes significativamente ($p < 0,05$) máis duros, serían o 18 e o 20.



Imaxes 8 e 9. Variación da dureza da manteiga nos grupos de lotes.

A) Adhesividade

Nos lotes do 1 ó 14, os valores máis altos de adhesividade ós 15 días presentáronse nos lotes 13 e 14 con 19,62 e 20,58 mJ respectivamente.

Os lotes 6 e 8 non presentan diferenzas ó longo do proceso de maduración.

En xeral a adhesividade aumenta significativamente ($p < 0,05$) ao longo do proceso de maduración (Imaxe 10), a partir dos 30 días para o 2, 3, 4, 11, 12 e 14; a partir dos 58 días para o 5, 9, 10 e 13. No 2 aumenta aos 30 días, logo diminúe e volve aumentar aos 90 días. E no 9 diminúe aos 30 días e volve aumentar aos 58 días.

Os valores máis baixos foron os dos grupo de lotes 1, 2 e 3 (Imaxe 10), sendo significativamente ($p < 0,05$) máis baixos aos tempos máis longos de maduración (58 e 90 días). Mentres que os valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos foron para o grupo de lotes 13 e 14, durante toda a maduración (Imaxe 10). Este grupo de lotes eran tamén os que presentaban menos dureza (Imaxe 10). Subroto e col. (2018) veu como a maior proporción de graxas insaturadas aumenta a adhesividade.

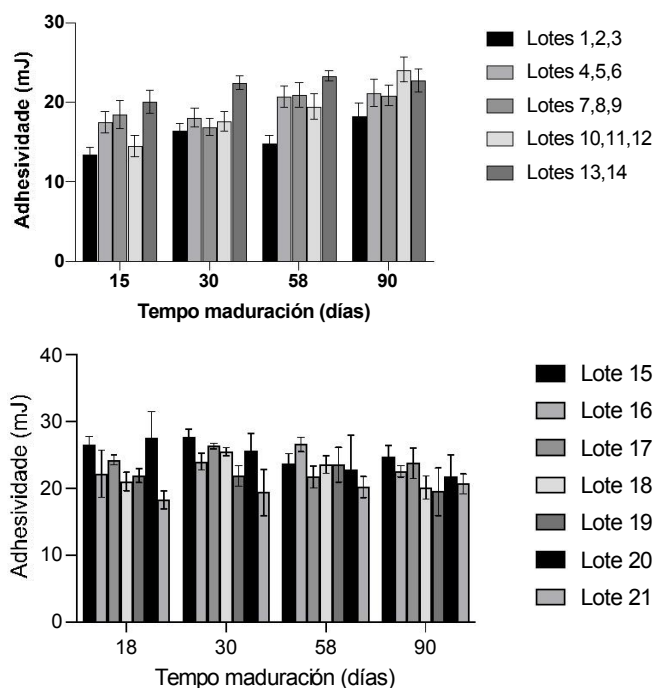
Tamén hai que ter en conta que unha proporción de ácidos graxos insaturados moi alta tamén pode producir un aumento da adhesividade. Cantos máis cristais de graxa non se formaran, maior será a forza de adherencia entre a manteiga e os outros ingredientes (Queirós e col., 2016; Subroto e col., 2018).

Nos lotes 15 – 21 non hai diferenzas significativas ($p < 0,05$) entre réplicas de cada lote.

En xeral a adhesividade aumenta lixeiramente co tempo de almacenamento (Imaxe 11).

En canto ás diferenzas entre os lotes, estas van diminuindo a medida que aumenta o tempo de almacenamento. Pero novamente o Lote que aparece con valores máis baixos é o Lote 21. Este Lote é o que mostraba valores de dureza máis baixos. Isto é contradictorio co observado cos

lotes ensaiados na anterior anualidade e o sinalado por Subroto e col. (2018) que observou que unha maior proporción de graxas insaturadas aumenta a adhesividade. Tamén hai que ter en conta que en xeral non hai moitas diferencias entre os lotes e os valores son en xeral máis elevados que os observados nos lotes ensaiados na anterior anualidade.



Imaxes 10 e 11. Variación da adhesividade da manteiga nos diferentes lotes

B) Consistencia ou traballo de dureza realizado

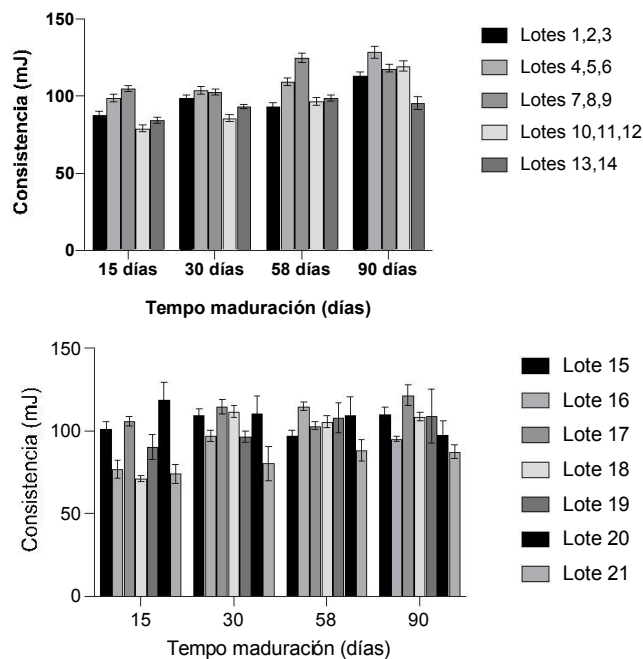
No caso dos lotes 1 – 14, aos 15 días, o grupo de lotes que presentaron significativamente ($p < 0,05$) máis consistencia foi o 7,8,9, e dentro deste grupo o Lote 8. E o grupo que presentou significativamente ($p < 0,05$) menos consistencia foi o 10,11,12 (Imaxe 12).

Logo dos 15 días, a consistencia vai aumentando co tempo de almacenamento, especialmente a das manteigas dos lotes 10,11,12, que partían dos valores máis baixos e aos 90 días son uns dos máis consistentes, sen diferencias significativas cos do grupo 7,8,9. Aínda que o grupo con valores significativamente ($p < 0,05$) máis elevados de consistencia foron os do 4,5,6, que eran as que presentaban tamén maior dureza, e os de menos os 13,14, que tamén eran as máis blandas (Imaxe 12).

Nos lotes 15 – 21 non hai diferencias significativas ($p < 0,05$) entre réplicas de cada lote.

Do mesmo xeito que ocorría ca dureza, a consistencia, en xeral, aumenta principalmente dos 15 aos 30 días para logo manterse mais ou menos estable ata os 90 días de almacenamento, aínda que novamente o Lote 21 non se estabiliza ata os 58 días (Imaxe 13).

A variabilidade entre os lotes tamén diminúe aos 58 días, aínda que volve aumentar aos 90 días. Ao igual que cos parámetros anteriores, o Lote 21 aparece durante todo o almacenamentos cos valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos de consistencia, que destacaba por ser dos menos duros. E os Lotes que máis aparecen con valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos son o 17 e 20. Este último tamén aparecía con maior dureza.



Imaxes 12 e 13. Variación da consistencia ou traballo de dureza realizado (mJ) na manteiga nos diferentes lotes.

C) Cohesividade ou Forza adhesiva

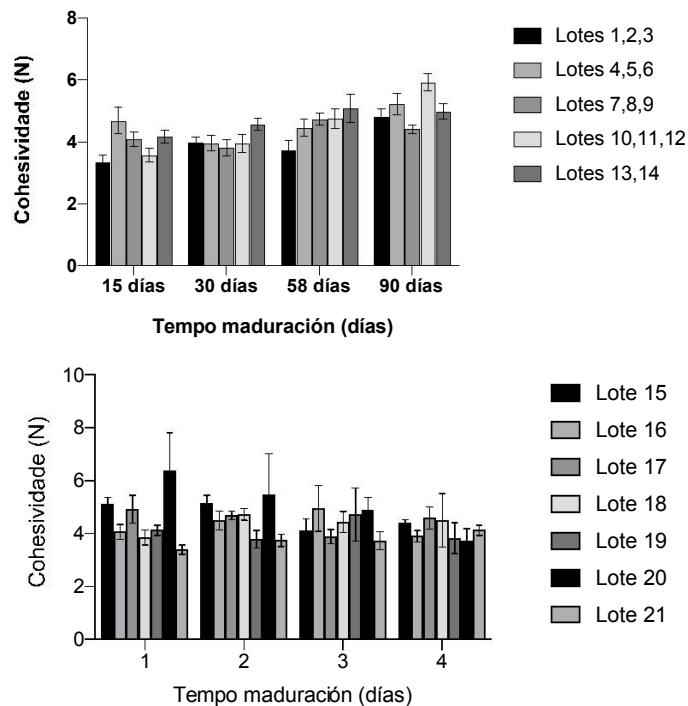
Aos 15 días as manteigas con máis cohesionadas ($p < 0,05$); no caso dos lotes do 1 ó 14, foron as dos lotes 4,5,6 e as que menos ($p < 0,05$) as dos grupos de lotes 1,2,3 e 10,11,12, sen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre eles (Imaxe 14).

En xeral a cohesividade das manteigas aumenta co tempo. Aos 90 días as manteigas cunha textura máis cohesionada son as dos lotes 10,11,12 e as que menos as manteigas dos lotes 7,8,9 (Imaxe 14).

Nos lotes 15 – 21, non hai diferencias significativas ($p < 0,05$) entre réplicas de cada lote. As diferencias entre os lotes novamente van diminuindo a medida que aumenta o tempo de almacenamento. De feito aos 90 días non hai diferencias significativas entre os lotes.

A cohesividade dos lotes non varia moito ao longo do almacenamento (Imaxe 15). O lote que presenta unha maior variabilidade é o Lote 20, que diminúe de xeito continuo dende os 15 aos 90 días. A cohesividade ou forza adhesiva indica a extensión ata a cal un alimento pode deformarse antes de romper e depende da forza dos enlaces internos do alimento. Polo que pode que esa dureza en aumento durante o almacenado faga que se rompa máis “facilmente”, este é que sexa máis quebradizo. Aínda que esta correlación negativa non se observa sempre. Soamente entre a dureza aos 15 días e a cohesividade aos 90 días, a a dureza aos 30 días e a cohesividade aos 90 días, e a dureza aos 90 días e a cohesividade aos 58 días (Imaxe 15).

Mentres que o Lote 21 que aparecía con valores baixos de dureza e consistencia, aumenta a súa cohesividade co tempo de almacenamento, aínda que non de xeito significativo ($p > 0,05$).



Imaxes 14 e 15. Variación da cohesividade ou forza adhesiva (N) nos diferentes lotes.

2.4.7. Análises microbiolóxicos

Nas Táboas 18 e 19 preséntanse os resultados dos análises microbiolóxicos obtidos para a manteiga dos lotes 1-14 e 15-21, respectivamente.

No caso dos lotes 1-14, para as colonias a 30 °C, só houbo diferenzas estatisticamente significativas nos lotes 4 e 5 que foron os que presentaron maiores recontos. Por outro lado, os lotes 7 e 9 foron os únicos que deron recontos positivos de coliformes (Táboa 18). No caso das enterobacterias e mofos non houbo diferenzas significativas entre lotes, á pesar de que si se observou o crecemento deste microorganismos nun gran número de lotes. Por último, no caso dos lévedos houbo como dous grandes grupos, un formado polos lotes 1, 2, 4, 5 e 6 con recontos mais elevados e outro grupo formado polo resto de lotes. Á vista destes resultados pódese dicir que non houbo unha contaminación dos lotes, xa que a presenza dos diferentes microorganismos foi un pouco aleatoria. É dicir, que a presenza dos microorganismos estudados poderíase deber a propia contaminación das mostras analizadas.

Táboa 18. Recontos microbiolóxicos obtidos para a manteiga dos lotes 1-14.

LOTE	Colonias 30° (UFC/g)	Enterobacterias (UFC/g)	Mófos (UFC/g)	Lévedos (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)
1	1,10E+06±3,56E+06 ^a	0,00±0,00 ^a	275,00±683,50 ^a	800,00±1674,88 ^{ab}	0,00±0,00 ^a
2	97,17E+04±4,74E+06 ^a	0,00±0,00 ^a	83,33±269,73 ^a	626,09±1671,20 ^{ab}	0,00±0,00 ^a
3	1,99E+06±2,90E+06 ^a	0,00±0,00 ^a	43,48±78,78 ^a	170,83±398,34 ^a	0,00±0,00 ^a
4	8,15E+06±13,73E+06 ^b	10,83±30,63 ^a	16,67±38,07 ^a	1966,67±4252,64 ^b	0,00±0,00 ^a
5	9,26E+06±18,28E+06 ^b	45,65±161,21 ^a	8,33±28,23 ^a	1666,67±3925,24 ^{ab}	0,00±0,00 ^a
6	2,29E+06±7,10E+06 ^a	20,83±84,49 ^a	25,00±84,70 ^a	966,67±2046,77 ^{ab}	0,00±0,00 ^a
7	4,94E+04±9,10E+04 ^a	0,00±0,00 ^a	45,83±102,06 ^a	20,83±72,11 ^a	119,50±372,51 ^b
8	5,23E+04±17,28E+04 ^a	0,00±0,00 ^a	331,82±1154,86 ^a	141,67±397,73 ^a	0,00±0,00 ^a
9	5,32E+04±17,61E+04 ^a	36,52±123,38 ^a	50,00±114,43 ^a	9,09±42,64 ^a	50,00±122,73 ^{ab}
10	2,17E+06±4,32E+06 ^a	0,00±0,00 ^a	8,33±28,23 ^a	25,00±103,21 ^a	0,00±0,00 ^a
11	23,78E+02±52,35E+02 ^a	0,00±0,00 ^a	16,67±38,07 ^a	4,17±20,41 ^a	0,00±0,00 ^a
12	1,05E+06±2,24E+06 ^a	0,00±0,00 ^a	29,17±108,26 ^a	33,33±116,72 ^a	0,00±0,00 ^a
13	3,35E+04±5,35E+04 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a
14	4,37E+04±12,64E+04 ^a	0,42±2,04 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a

Táboa 19. Recontos microbiolóxicos obtidos para a manteiga dos lotes 15-21.

LOTE	Colonias a 30° (UFC/g)	Bacterias lácticas (UFC/g)	Enterobacterias (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)	Mófos (UFC/g)	Lévedos (UFC/g)
15	23,43E+04±72,19E+04 ^a	10,12E+04±37,93E+04 ^a	169,89±1020,80 ^a	203,22±1303,68 ^a	24,72±120,87 ^a	2,70E+04±5,50E+04 ^{ab}
16	33,65E+06±67,40E+06 ^b	1,65E+06±2,91E+06 ^a	4321,30±4690,88 ^c	4400,72±5121,37 ^b	146,15±531,17 ^a	4,67E+04±8,59E+04 ^{bc}
17	1,23E+06±2,03E+06 ^a	17,09E+04±32,25E+04 ^a	463,19±665,64 ^{ab}	420,59±624,93 ^a	59,42±143,81 ^a	1,98E+04±2,07E+04 ^{ab}
18	7,68E+06±13,51E+06 ^a	4,93E+06±29,77E+06 ^a	1896,23±3270,31 ^b	1465,65±2302,52 ^a	566,18±1134,35 ^b	7,28E+04±5,62E+04 ^c
19	21,36E+06±21,61E+06 ^b	91,65E+04±1,94E+06 ^a	4385,08±6079,77 ^c	5072,70±6348,71 ^b	102,90±223,59 ^a	4,41E+04±5,64E+04 ^{bc}
20	6,94E+06±9,48E+06 ^a	98,51E+04±1,53E+06 ^a	42,42±66,19 ^a	29,71±48,15 ^a	39,39±139,06 ^a	2,10E+04±2,66E+04 ^{ab}
21	1,02E+06±4,83E+06 ^a	1,50E+04±2,95E+04 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	2,90±24,08 ^a	00,00E+00±00,00E+00 ^a

Táboa 20. Perfil de ácidos graxos da manteiga dos lotes 1-14.

LOTE	BCFA %	SFA %	MUFA %	SumCLA %	Omega 3 %	Omega 6 %	Short Chain C4-C10 %	Med Chain C11-C17%	Long Chain C18-C22%	PUFA %
1	2,67±0,08 ^a	66,37±0,29 ^c	26,84±0,14 ^{bc}	1,08±0,06 ^{ab}	0,83±0,03 ^{abc}	2,25±0,13 ^{bc}	12,39±0,41 ^e	53,75±0,37 ^d	34,60±0,50 ^b	4,34±0,16 ^{abc}
2	2,69±0,07 ^{abc}	66,30±0,25 ^c	26,92±0,27 ^c	1,11±0,04 ^{bcd}	0,84±0,03 ^{bc}	2,24±0,12 ^{bc}	12,47±0,57 ^e	53,59±0,44 ^{cd}	34,74±0,61 ^b	4,42±0,13 ^{cde}
3	2,72±0,08 ^{abc}	66,24±0,30 ^c	26,71±0,28 ^b	1,13±0,06 ^d	0,84±0,03 ^c	2,28±0,12 ^{bcd}	12,31±0,70 ^e	53,69±0,23 ^{cd}	34,60±0,59 ^b	4,46±0,16 ^{de}
4	2,74±0,06 ^c	66,80±0,20 ^{def}	26,23±0,18 ^a	1,10±0,03 ^{bcd}	0,81±0,02 ^a	2,25±0,05 ^{bc}	12,24±0,52 ^{cde}	53,58±0,18 ^{cd}	34,50±0,38 ^b	4,29±0,08 ^{ab}
5	2,73±0,07 ^{bc}	66,61±0,22 ^d	26,30±0,15 ^a	1,12±0,04 ^{cd}	0,83±0,03 ^{abc}	2,26±0,07 ^{bc}	12,42±0,49 ^e	53,63±0,26 ^{cd}	34,47±0,60 ^b	4,33±0,14 ^{abc}
6	2,72±0,12 ^{abc}	66,75±0,33 ^{de}	26,28±0,17 ^a	1,10±0,05 ^{bcd}	0,82±0,03 ^{ab}	2,24±0,06 ^b	12,35±0,70 ^e	53,50±0,18 ^c	34,68±0,46 ^b	4,27±0,16 ^a
7	2,71±0,06 ^{abc}	66,95±0,27 ^f	26,16±0,13 ^a	1,08±0,04 ^{ab}	0,82±0,02 ^{ab}	2,30±0,07 ^{cde}	11,91±0,52 ^{bc}	54,63±0,26 ^e	33,55±0,43 ^a	4,30±0,10 ^{ab}
8	2,68±0,08 ^a	66,84±0,34 ^{ef}	26,29±0,32 ^a	1,07±0,04 ^{ab}	0,83±0,02 ^{bc}	2,33±0,06 ^{de}	11,91±0,52 ^{bc}	54,49±0,35 ^e	33,56±0,63 ^a	4,38±0,09 ^{bcd}
9	2,69±0,07 ^{ab}	66,83±0,29 ^{ef}	26,29±0,22 ^a	1,06±0,04 ^a	0,84±0,02 ^c	2,35±0,08 ^e	11,93±0,47 ^{bcd}	54,61±0,24 ^e	33,49±0,42 ^a	4,39±0,10 ^{bcd}
10	2,67±0,07 ^a	65,29±0,28 ^b	27,63±0,33 ^d	1,09±0,05 ^{abc}	0,90±0,03 ^{de}	2,47±0,10 ^f	11,38±0,54 ^a	52,55±0,29 ^b	36,38±0,54 ^c	4,46±0,13 ^{de}
11	2,68±0,06 ^a	65,15±0,29 ^b	27,77±0,24 ^d	1,08±0,04 ^{abc}	0,89±0,03 ^d	2,47±0,08 ^f	11,61±0,39 ^{ab}	52,37±0,31 ^b	36,58±0,41 ^c	4,46±0,12 ^{de}
12	2,68±0,05 ^a	65,14±0,24 ^b	27,73±0,20 ^d	1,08±0,03 ^{abc}	0,88±0,02 ^d	2,50±0,07 ^f	11,62±0,46 ^{ab}	52,35±0,27 ^b	36,60±0,35 ^c	4,44±0,13 ^{de}
13	2,71±0,06 ^{abc}	64,43±0,32 ^a	28,50±0,17 ^e	1,26±0,04 ^e	0,91±0,03 ^e	1,99±0,08 ^a	12,22±0,41 ^{cde}	50,86±0,35 ^a	37,62±0,42 ^d	4,44±0,15 ^{de}
14	2,67±0,05 ^a	64,27±0,32 ^a	28,65±0,23 ^e	1,25±0,04 ^e	0,91±0,03 ^e	1,98±0,08 ^a	12,28±0,37 ^{de}	51,03±0,29 ^a	37,70±0,40 ^d	4,48±0,11 ^e

Táboa 21. Perfil de ácidos graxos da manteiga dos lotes 15-21.

LOTE	BCFA %	SFA %	MUFA %	SumCLA %	Omega 3 %	Omega 6 %	Short Chain C4-C10 %	Med Chain C11-C17%	Long Chain C18-C22%	PUFA %
15	2,68±0,05 ^a	66,97±0,23 ^d	26,33±0,17 ^a	1,04±0,04 ^a	0,77±0,02 ^a	1,98±0,07 ^a	12,40±0,42 ^{cd}	54,57±0,24 ^e	33,65±0,11 ^b	4,19±0,08 ^a
16	2,73±0,12 ^b	66,01±0,39 ^c	27,02±0,21 ^c	1,12±0,08 ^{bc}	0,78±0,02 ^{ab}	2,14±0,07 ^{bc}	12,01±0,43 ^a	53,75±0,29 ^c	34,34±0,12 ^c	4,21±0,12 ^a
17	2,75±0,08 ^b	66,12±0,24 ^c	26,90±0,29 ^b	1,07±0,03 ^{ab}	0,79±0,03 ^{bc}	2,33±0,32 ^e	11,94±0,37 ^a	53,96±0,52 ^d	34,46±0,11 ^c	4,22±0,11 ^a
18	2,75±0,10 ^b	65,78±0,35 ^b	27,19±0,16 ^d	1,12±0,07 ^{bc}	0,80±0,02 ^c	2,27±0,12 ^{de}	12,08±0,44 ^{ab}	53,45±0,26 ^b	34,73±0,10 ^d	4,39±0,12 ^b
19	2,75±0,10 ^b	66,08±0,31 ^c	26,88±0,21 ^b	1,15±0,06 ^c	0,83±0,03 ^d	2,21±0,09 ^{cd}	12,26±0,38 ^{bc}	53,62±0,23 ^{bc}	34,28±0,11 ^c	4,46±0,11 ^b
20	2,78±0,10 ^b	66,86±0,42 ^d	26,41±0,18 ^a	1,12±0,06 ^{bc}	0,80±0,01 ^{bc}	2,16±0,09 ^{bc}	12,42±0,37 ^{cd}	54,53±0,24 ^e	33,12±0,23 ^a	4,23±0,10 ^a
21	3,04±0,06 ^c	64,33±0,27 ^a	28,06±0,19 ^e	1,34±0,04 ^d	1,04±0,02 ^e	2,11±0,07 ^b	12,55±0,50 ^d	51,16±0,26 ^a	36,37±0,00 ^e	4,85±0,11 ^c

Na microbioloxía dos lotes 15-21 (Táboa 19) si que houbo unha tendencia mais clara. Así, os lotes con maiores recontos, tiveron recontos máis elevados en tódolos microorganismos analizados. Por exemplo, os lotes 16 e 19 foron os que tiveron maiores recontos de colonias a 30 °C, sen embargo isto non se debería o tempo de pasteurización xa que o lote 16 recibiu o tratamento mais curto e lote 19 o mais longo. Polo tanto, podemos dicir que os recontos se deben a unha contaminación que tivo lugar despois do tratamento de pasteurización. No caso do lote 21 isto non sucedeu, é dicir, non houbo crecemento de enterobacterias, lévedos e coliformes xa que se tomaron as medidas oportunas durante fabricación para evitar contaminacións.

2.4.8. Perfil de ácidos graxos

O contido de ácidos graxos na manteiga, como é lóxico, está moi relacionado co perfil lipídico da leite e cos factores que afectan a este. Aínda que este é o factor que máis afecta, tamén poderían alterar lixeiramente este perfil lipídico o tratamento térmico empregado, os fermentos, o tempo de maduración da manteiga e a temperatura de á que almacenamos dita manteiga (Ozcan e col., 2016). Ademais do comentado anteriormente, o procesado da manteiga tamén podería alterar este perfil de ácidos graxos posto que, durante este proceso, os posibles microorganismos presentes na manteiga poderían producir lipasas microbianas que poderían provocar diversos cambios no mesmo (Pustjens e col., 2017). Se nos centramos no perfil de ácidos graxos da manteiga, caracterízase por ter un alto contido de ácidos graxos saturados; arredor un 38,5% de cadea longa, 16% de cadea media e un 10% de cadea corta. De ácidos graxos insaturados presenta un 32,8 % (sendo maioritario o oleico) (Campillo Álvarez, 1997).

Nas Táboas 20 e 21 preséntanse os perfís de ácidos graxos obtidos para os lotes 1-14 e 15-21, respectivamente. Ó igual que no leite e nata, foron os lotes fabricados á partir de leite de pastoreo (lote 13, 14 e 21) os que mostraron mais diferencias estatisticamente significativas xa que tiveron menor contido de SFA e maior contido de MUFA, SumCLA, Omega 3, PUFA. Polo tanto, estes resultados confirman que partindo de leite de pastoreo é posible obter unha manteiga de soro rica en ácidos graxos insaturados e, polo tanto, unha manteiga de soro de calidade diferenciada.

2.5. Características da manteiga analizando diferencias estatisticamente significativas ó longo da vida útil

De novo, os análises estícticos fixéronse en dous grupos (1-14 e 15-21) xa que cada grupo se fixo cunha receita de elaboración diferente (verán ou inverno).

Nas Táboas 22 e 23 preséntanse os resultados de composición físico-química e textura obtidos para a manteiga dos lotes 1-14 e 15-21, respectivamente. Como se pode observar, para todos os lotes fabricados, non hai diferencias significativas para a graxa, auga e pH ó longo da vida útil. No caso do contido de sal as diferencias obtidas son mínimas, obtendo que para os lotes 1-14 hai un aumento do contido de NaCl ós 90 días e para os lotes 15-21 hai unha diminución do mesmo, pero solo ós 58 días.

No relativo ó índice de acidez, para os lotes 1-14 (Táboa 22) non hai unha tendencia clara, sen embargo para os lotes 15-21 (Táboa 23) obsérvase un aumento ó longo do tempo, o cal ten lóxica xa que o normal é que as grasas se oxiden co paso do tempo. Cabe destacar que os valores de acidez acadados nos lotes 15-21 foron mais baixos que os dos primeiros lotes fabricados (1-14), o cal confirma as melloras do proceso de fabricación.

Por último, no caso da textura da manteiga parece que non hai un efecto do paso do tempo xa que as poucas diferencias significativas que se obtiveron non van asociadas á vida útil do produto.

Por outro lado, no caso dos recontos microbiolóxicos (Táboas 24 e 25) tampouco se observou un efecto negativo do paso do tempo, é dicir, que a presenza dos diferentes microorganismos débese a contaminación inicial da manteiga durante a súa fabricación non a unha contaminación posterior do produto xa terminado. Polo tanto pódese dicir que a manteiga é bastante estable ó longo da súa vida útil dende o punto de vista microbiolóxico.

Táboa 22. Composición físico-química e textura da manteiga dos lotes 1-14 analizadas ó longo do tempo.

Nº días (vida útil)	Graxa %	NaCl %	Auga %	pH	Índice de acidez (mg KOH/g materia graxa)	Forza máxima (g)	Forza mínima (g)	Forza final (g)
15	83,91±2,45 ^a	0,32±0,13 ^a	14,72±2,43 ^a	4,63±0,25 ^a	0,72±0,21 ^b	1716,03±471,07 ^a	-373,23±73,73 ^c	1656,14±441,17 ^a
30	83,99±2,41 ^a	0,31±0,18 ^a	14,61±2,50 ^a	4,66±0,36 ^a	0,77±0,20 ^b	1725,26±441,27 ^a	-380,31±83,95 ^{bc}	1659,05±436,13 ^a
58	84,54±2,06 ^a	0,33±0,17 ^a	14,02±2,35 ^a	4,58±0,52 ^a	0,56±0,38 ^a	2173,60±470,50 ^b	-426,08±117,95 ^a	2056,14±456,74 ^b
90	84,16±2,30 ^a	0,39±0,14 ^b	14,58±2,34 ^a	4,44±0,23 ^a	1,02±0,42 ^c	1800,95±248,88 ^a	-420,01±100,22 ^{ab}	1729,62±250,47 ^a

Táboa 23. Composición físico-química e textura da manteiga dos lotes 15-21 analizadas ó longo do tempo.

Nº días (vida útil)	Graxa %	NaCl %	Auga %	pH	Índice de acidez (mg KOH/g materia graxa)	Forza máxima (g)	Forza mínima (g)	Forza final (g)
15	85,66±0,99 ^a	0,32±0,08 ^b	13,21±1,13 ^a	4,71±0,31 ^a	0,69±0,04 ^a	1571,90±335,14 ^b	-465,78±88,51 ^a	1488,39±364,53 ^b
30	85,37±1,64 ^a	0,30±0,07 ^b	13,58±1,57 ^a	4,61±0,36 ^a	0,69±0,04 ^a	1443,69±360,35 ^a	-413,81±106,08 ^b	1326,88±396,35 ^a
58	85,41±1,56 ^a	0,26±0,07 ^a	13,48±1,57 ^a	4,66±0,33 ^a	0,74±0,07 ^b	1505,59±209,96 ^{ab}	-424,36±54,63 ^b	1429,00±245,05 ^{ab}
90	85,71±1,43 ^a	0,30±0,09 ^b	13,00±1,58 ^a	4,61±0,21 ^a	0,79±0,07 ^c	1460,56±330,21 ^a	-384,08±87,59 ^c	1357,93±349,25 ^a

Táboa 24. Recontos microbiolóxicos obtidos para a manteiga dos lotes 1-14 analizados ó longo do tempo.

Nº días (vida útil)	Colonias 30° (UFC/g)	Enterobacterias (UFC/g)	Mofos (UFC/g)	Lévedos (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)
15	2,43E+06±6,50E+06 ^{ab}	0,00±0,00 ^a	112,50±614,67 ^a	1720,99±3378,97 ^b	0,00±0,00 ^a
30	48,63E+04±1,27E+06 ^a	0,00±0,00 ^a	55,42±162,49 ^a	145,24±792,34 ^a	0,00±0,00 ^a
58	2,78E+06±10,62E+06 ^b	10,12±65,99 ^a	92,86±383,32 ^a	25,00±107,41 ^a	43,46±201,00 ^a
90	88,77E+04±2,59E+06 ^{ab}	21,93±97,46 ^a	2,47±15,61 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a

Táboa 25. Recontos microbiolóxicos obtidos para a manteiga dos lotes 15-21 analizados ó longo do tempo.

Nº días (vida útil)	Colonias a 30° (UFC/g)	Bacterias lácticas (UFC/g)	Enterobacterias (UFC/g)	Mofos (UFC/g)	Lévedos (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)
15	6,91E+06±16,66E+06 ^a	8,39E+06±29,37E+06 ^a	23,43E+02±3000,54 ^b	58,12±208,13 ^a	6923,15±16204,25 ^a	2858,93±3882,81 ^b
30	22,47E+06±54,91E+06 ^b	2,31E+06±21,09E+06 ^a	29,75E+02±4927,86 ^b	149,49±444,55 ^a	39318,18±67075,17 ^{bc}	2866,84±4696,93 ^b
58	4,08E+06±12,54E+06 ^a	1,36E+06±2,75E+06 ^a	1,02E+02±222,46 ^a	139,66±804,76 ^a	51976,54±86105,69 ^c	65,73±172,16 ^a
90	1,69E+06±3,03E+06 ^a	32,12E+04±1,05E+06 ^a	4,19E+00±17,58 ^a	198,29±445,28 ^a	21968,57±21604,42 ^{ab}	2,37±11,74 ^a

Táboa 26. Perfil de ácidos graxos obtidos para a manteiga dos lotes 1-14 analizados ó longo do tempo.

Nº días (vida útil)	BCFA %	SFA %	MUFA %	SumCLA %	Omega 3 %	Omega 6 %	Short Chain C4-C10 %	Med Chain C11-C17%	Long Chain C18-C22%	PUFA %
15	2,73±0,07 ^c	65,98±0,99 ^a	26,90±0,84 ^a	1,14±0,08 ^b	0,87±0,04 ^b	2,34±0,17 ^b	12,22±0,59 ^b	53,24±1,24 ^a	35,04±1,49 ^a	4,49±0,10 ^c
30	2,70±0,08 ^b	65,97±1,02 ^a	27,00±0,92 ^a	1,13±0,08 ^b	0,86±0,04 ^b	2,31±0,16 ^b	11,95±0,53 ^a	53,18±1,17 ^a	34,98±1,53 ^a	4,47±0,12 ^c
58	2,70±0,06 ^b	66,02±0,86 ^a	27,08±0,85 ^a	1,13±0,08 ^{ab}	0,85±0,04 ^a	2,25±0,15 ^a	12,11±0,74 ^{ab}	53,20±1,10 ^a	35,26±1,52 ^{ab}	4,38±0,11 ^b
90	2,66±0,07 ^a	66,03±0,93 ^a	27,11±0,86 ^a	1,10±0,08 ^a	0,84±0,05 ^a	2,21±0,18 ^a	12,01±0,53 ^a	53,14±1,26 ^a	35,60±1,35 ^b	4,28±0,12 ^a

Táboa 27. Perfil de ácidos graxos obtidos para a manteiga dos lotes 15-21 analizados ó longo do tempo.

Nº días (vida útil)	BCFA %	SFA %	MUFA %	SumCLA %	Omega 3 %	Omega 6 %	Short Chain C4-C10 %	Med Chain C11-C17%	Long Chain C18-C22%	PUFA %
15	2,73±0,15 ^a	66,02±0,83 ^a	27,06±0,64 ^a	1,11±0,11 ^a	0,82±0,09 ^a	2,12±0,11 ^a	12,11±0,49 ^a	53,47±1,11 ^a	34,60±1,12 ^a	4,33±0,23 ^{ab}
30	2,73±0,12 ^a	66,12±0,82 ^a	26,93±0,51 ^a	1,11±0,10 ^a	0,82±0,09 ^a	2,27±0,29 ^b	12,17±0,41 ^{ab}	53,74±1,10 ^a	34,43±0,99 ^a	4,30±0,23 ^a
58	2,81±0,12 ^b	65,87±0,83 ^a	27,02±0,57 ^a	1,12±0,07 ^a	0,84±0,10 ^a	2,18±0,14 ^a	12,24±0,39 ^{ab}	53,46±1,04 ^a	34,53±0,87 ^a	4,36±0,21 ^{ab}
90	2,86±0,12 ^c	65,84±0,90 ^a	27,03±0,50 ^a	1,13±0,10 ^a	0,84±0,09 ^a	2,13±0,10 ^a	12,35±0,54 ^b	53,37±1,14 ^a	34,48±0,94 ^a	4,42±0,24 ^b

Táboa 28. Aptitude tecnolóxica da manteiga dos lotes 15-21.

LOTE	Textura	Capacidade para aguantar altas T°	Cantidad de soro que desprende	Tempo que tarda en derreter	Capacidade para derreter	Capacidade para ligar salsas/masas	Evolución con calor	Untuosidade	Cor	Aroma	Sabor	Aspecto visual
15	3,00±1,41 ^a	3,50±0,71 ^a	4,50±0,71 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	3,00±1,41 ^a	4,00±0,00 ^{ab}	3,50±0,71 ^{ab}	3,00±1,41 ^{ab}	4,00±0,00
16	4,00±0,00 ^a	4,00±1,41 ^a	4,00±1,41 ^a	4,50±0,71 ^a	4,50±0,71 ^a	3,50±0,71 ^a	4,00±1,41 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^{ab}	3,00±0,00 ^{ab}	3,00±0,00 ^{ab}	4,00±0,00
17	3,50±0,71 ^a	3,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	3,50±0,71 ^a	4,00±0,00 ^a	3,50±0,71 ^a	3,50±0,71 ^a	2,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	4,00±0,00
18	5,00±0,00 ^a	4,50±0,71 ^a	4,00±1,41 ^a	4,50±0,71 ^a	4,50±0,71 ^a	5,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	5,00±0,00 ^a	5,00±0,00 ^b	4,00±1,41 ^{ab}	4,00±0,00 ^b	4,00±0,00
19	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	3,50±0,71 ^a	4,00±0,00 ^a	3,50±0,71 ^a	4,00±0,00 ^{ab}	3,50±0,71 ^{ab}	3,50±0,71 ^{ab}	4,00±0,00
20												
21	5,00±0,00 ^a	4,50±0,71 ^a	4,00±1,41 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	4,50±0,71 ^a	4,50±0,71 ^a	5,00±0,00 ^b	5,00±0,00 ^b	4,50±0,71 ^b	5,00±0,00

Cando se analizou o efecto do paso do tempo no perfil de ácidos graxos para os lotes 1-13 (Táboa 26) non se atoparon diferencias estatisticamente significativas para os SFA, MUFA e os ácidos graxos de cadea corta (Med Chain C11-C17). No caso dos BCFA, SumCLA, Omega 3, Omega 6 e PUFA obtívose que ditos ácidos graxos diminuían co tempo de vida útil, mentres que os ácidos graxos de cadea longa (Long Chain C18-C22) aumentaban. Por outro lado, no relativo ós ácidos graxos de cadea corta (Short Chain C4-C10) non se obtivo unha tendencia clara.

Cando se fixo o mesmo análise para os lotes 15-21 obtivéronse moitas menos diferencias ó longo da vida útil. Así, só se observaron diferencias estatisticamente significativas no caso dos BCFA, Omega 6, Short Chain C4-C10 e PUFA (Táboa 27). E, salvo no caso dos BCFA que aumentaron co paso tempo, no resto de ácidos graxos o contido mantívose mais ou menos constante. Polo tanto, a mellora no proceso de elaboración feita dende os primeiros lotes (1-13) ata os últimos (15-21) tamén se viu reflexada no perfil de ácidos graxos, os cales se mantiveron estables ó longo da vida útil.

2.6. Aptitude tecnolóxica da nata e manteiga

Nas Táboas 28 e 29 amósanse os resultados obtidos para a aptitude tecnolóxica da nata e manteiga, respectivamente, dos lotes 15-21. Como xa se explicou anteriormente, no caso dos lotes 1-14 non foi posible realizar un análise estatístico porque non se valoraron os diferentes produtos cunha escala numérica. Dado que os mellores lotes, no relativo a todas as características avaliadas anteriormente (composición, textura, acidez, etc.) foron os lotes 15-21, neste apartado só se analizaron estes últimos lotes fabricados. No caso dos lote 20, como xa explicou mais arriba, só houbo unha réplica polo que non foi posible incluír ese lote no análise estatístico. E no caso da aparencia da nata e do aspecto visual da manteiga non foi posible o análise estatístico dado que a desviación desas medidas foi cero.

Táboa 29. Aptitude tecnolóxica da nata dos lotes 15-21.				
LOTE	Olor ó abrir	Sabor	Textura	Aparencia
15	4,00±0,00 ^b	5,00±0,00 ^c	3,50±0,71 ^b	4,00±0,00
16	4,50±0,71 ^b	1,50±0,71 ^a	3,50±0,71 ^b	3,00±0,00
17	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00
18	4,00±0,00 ^b	3,00±0,00 ^b	3,00±0,00 ^b	4,00±0,00
19	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00
20				
21	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^{ab}	2,00±0,00

Valorando cada atributo da nata por separado, podemos observar que, no caso do olor que desprendía ó abrir o bote houbo diferenzas estatisticamente significativas, así temos 2 grupos ben diferenciados. Os lotes 17, 19 e 21 cas puntuacións mais baixas, e os lotes 15, 16 e 18 cas puntuacións máis altas (4-5). No caso do sabor das nats, houbo incluso máis diferenza, destacando a nata empregada no lote 15 polo seu sabor.

Ó igual que no caso do sabor, na textura tamén se atoparon bastantes diferenzas (tendo unha puntuación bastante baixa en xeral).

A modo resumo podemos dicir que a mellor nota en cómputo global foi o 15 e os peores o 17 e o 19.

No caso da manteiga, na maioría dos parámetros non houbo diferenzas estatisticamente significativas. So houbo diferencias significativas para a cor, o aroma e o sabor, pero ditas diferencias son mínimas polo que non se pode distinguir entre lotes bos e/ou malos.

2.7. Determinación da cor da manteiga

Nas Táboa 30 e 31 amósanse os valores que tomaron as coordenadas colorimétricas para manteiga ao longo do proceso de maduración.

Táboa 30. Variación das coordenadas de color (L*a*b*) en mostras de manteiga ó longo do tempo de maduración. (Lotes 1 - 14)				
Lote	Réplicas	L*	a*	b*
1	a	88,02±0,74 ¹	-7,89±0,05 ¹	35,36±0,34 ¹
	b	89,44±0,31 ¹	-8,17±0,02 ²	35,77±0,30 ¹
	Promedio	88,73±0,40 ^x	-8,03±0,03 [*]	35,56±0,23 [*]

Táboa 30. Variación das coordenadas de color (L*a*b*) en mostras de manteiga ó longo do tempo de maduración. (Lotes 1 - 14)				
Lote	Réplicas	L*	a*	b*
2	a	88,13±0,01 ¹	-8,31±0,02 ¹	35,74±0,01 ¹
	b	90,19±0,12 ²	-8,16±0,03 ¹	34,68±0,01 ²
	Promedio	89,16±0,06 ^y	-8,23±0,02 ^x	35,21±0,01 ^y
3	a	88,66±0,01 ¹	-8,01±0,00 ¹	35,44±0,04 ¹
	b	87,09±0,47 ¹	-8,25±0,06 ²	38,50±0,14 ²
	Promedio	87,88±0,23 ^z	-8,13±0,03 ^x	36,97±0,07 ^z
Promedio Lotes 1,2 e 3		88,59±0,16 ^α	-8,13±0,02 ^α	35,91±0,08 ^α
4	a	89,24±0,22 ¹	-8,25±0,01 ¹	35,31±0,18 ¹
	b	89,47±0,30 ¹	-7,83±0,04 ²	33,60±0,38 ²
	Promedio	89,35±0,19 ^x	-8,04±0,02 ^x	34,46±0,21 ^x
5	a	89,76±0,08 ¹	-7,88±0,05 ¹	33,62±0,16 ¹
	b	87,22±0,53 ²	-7,42±0,05 ²	33,42±0,22 ¹
	Promedio	88,49±0,27 ^y	-7,65±0,04 ^y	33,52±0,14 ^y
6	a	89,06±0,37 ¹	-7,76±0,01 ¹	33,90±0,08 ¹
	b	89,57±0,33 ¹	-7,51±0,04 ²	35,19±0,13 ²
	Promedio	89,32±0,25 ^x	-7,63±0,02 ^y	34,54±0,07 ^x
Promedio Lotes 4,5 e 6		89,05±0,14 ^β	-7,77±0,01 ^β	34,17±0,09 ^β
7	a	88,63±0,35	-8,31±0,04	34,79±0,18
	b	88,40±0,93	-7,71±0,08	35,36±0,44
	Promedio	88,52±0,50	-8,01±0,04	35,07±0,24
8	a	88,68±0,45 ¹	-7,83±0,08 ¹	36,61±0,19 ¹
	b	87,23±0,17 ¹	-7,60±0,07 ²	36,46±0,21 ¹
	Promedio	87,95±0,24 ^y	-7,71±0,05 ^x	36,53±0,14 ^y
9	a	89,03±0,08 ¹	-7,71±0,01 ¹	35,54±0,05 ¹
	b	88,67±0,36 ¹	-7,83±0,04 ¹	35,41±0,18 ¹
	Promedio	88,85±0,18 ^x	-7,77±0,02 ^x	35,47±0,09 ^z
Promedio Lotes 7,8 e 9		88,44±0,19 ^α	-7,83±0,02 ^β	35,69±0,10 ^z
10	a	89,18±0,65 ¹	-8,57±0,01 ¹	36,03±0,11 ¹
	b	88,94±0,77 ¹	-8,48±0,06 ¹	36,16±0,28 ¹
	Promedio	89,06±0,50 ^x	-8,52±0,03 ^x	36,09±0,15 ^x
11	a	87,79±1,16 ¹	-8,39±0,11 ¹	34,50±0,48 ¹
	b	88,49±0,18 ¹	-8,46±0,01 ¹	34,75±0,08 ¹
	Promedio	88,14±0,59 ^y	-8,42±0,05 ^x	34,63±0,24 ^y
12	a	88,67±0,33 ¹	-8,38±0,02 ¹	34,49±0,14 ¹
	b	88,08±0,37 ¹	-8,38±0,06 ¹	35,25±0,09 ¹
	Promedio	88,37±0,25 ^y	-8,38±0,03 ^x	34,87±0,08 ^y
Promedio Lotes 10,11 e 12		88,52±0,27 ^α	-8,44±0,02 ^z	35,20±0,20 ^δ
13	a	87,51±0,53 ¹	-8,73±0,05 ¹	36,97±0,21 ¹
	b	87,32±1,90 ¹	-8,56±0,19 ¹	37,36±0,74 ¹
	Promedio	87,41±0,99 ^x	-8,64±0,10 ^x	37,16±0,39 ^x
14	a	88,63±0,22 ¹	-8,46±0,04 ¹	37,27±0,06 ¹
	b	87,27±0,98 ¹	-8,33±0,08 ¹	36,58±0,40 ¹
	Promedio	87,95±0,50 ^x	-8,39±0,04 ^x	36,92±0,20 ^x
Promedio Lotes 13 e 14		87,68±0,55 ^z	-8,52±0,05 ^z	37,04±0,22 ^ε

^{1,2}Diferenzas significativas entre réplicas de lotes; ^{α,β,γ,δ,ε}Diferenzas significativas entre grupos de lotes preparados ca mesma nata. ^{x,y,z}Diferenzas significativas entre lotes de un mesmo grupo preparados ca mesma nata.

Táboa 31. Variación das coordenadas de color ($L^*a^*b^*$) en mostras de manteiga ó longo do tempo de maduración. (Lotes 15 - 21)				
Lote	Réplicas	L^*	a^*	b^*
15	a	88,89±0,69 ^l	-8,78±0,11 ^l	35,06±0,40 ^l
	b	88,39±0,62 ^l	-8,66±0,34 ^l	34,80±0,61 ^l
	Promedio	88,64±0,46 ^α	-8,72±0,18 ^α	34,93±0,37 ^α
16	a	89,00±0,71 ^l	-8,90±0,15 ^l	35,37±0,67 ^l
	b	88,56±0,42 ^l	-9,03±0,22 ^l	34,35±0,88 ^l
	Promedio	88,78±0,41 ^α	-8,96±0,13 ^α	34,86±0,55 ^{αβ}
17	a	88,54±0,67 ^l	-8,56±0,24 ^l	34,23±1,01 ^l
	b	88,63±0,28 ^l	-8,59±0,09 ^l	34,05±0,24 ^l
	Promedio	88,59±0,36 ^α	-8,58±0,13 ^α	34,14±0,52 ^{βγδ}
18	a	88,91±0,34 ^l	-8,84±0,24 ^l	33,21±0,24 ^l
	b	89,44±0,37 ^l	-8,69±0,05 ^l	32,81±0,30 ^l
	Promedio	89,18±0,25 ^α	-8,76±0,12 ^α	33,01±0,19 ^ε
19	a	89,45±0,39 ^l	-8,50±0,18 ^l	33,79±0,37 ^l
	b	89,13±1,15 ^l	-8,23±0,15 ^l	33,65±0,38 ^l
	Promedio	89,29±0,60 ^α	-8,37±0,12 ^α	33,72±0,26 ^{γε}
20	a	88,75±0,74 ^α	-9,05±0,21 ^α	34,74±0,93 ^{αδ}
21	a	89,44±0,58 ^l	-8,70±0,12 ^l	36,74±0,55 ^l
	b	88,06±1,06 ^l	-8,49±0,30 ^l	34,96±1,57 ²
	Promedio	88,75±0,60 ^α	-8,60±0,16 ^α	35,85±0,83 ^η

Nas réplicas dos lotes de manteiga, nos lotes 1 - 14, para a L^* só hai diferencias significativas ($p < 0,05$) nos lotes 2 e 5. Para o parámetro b^* (coordenadas amarelo/azul) tamén só aparecen diferencias entre réplicas nos lotes 2, 3, 4 e 6. Sen embargo no parámetro a^* (coordenadas vermello/verde) aparecen bastantes diferencias significativas ($p < 0,05$) entre as réplicas (Táboa 30).

Se comparamos os lotes agrupados pola nata a partir da cal se produciron, observamos diferencias significativas ($p < 0,05$) especialmente para o parámetro b^* , onde hai diferencias significativas ($p < 0,05$) para todos os grupos (Táboa 30).

Entre os lotes feitos cunha mesma nata tamén atopamos diferencias significativas ($p < 0,05$), salvo para os lotes 13 e 14. As diferencias aparecen principalmente nos parámetros L^* e b^* , máis relacionados ca cor amarela da manteiga. Así o grupo de lotes con valores máis altos para o parámetro b^* , entón os que presentan unha cor máis amarela son os 13 e 14. E os que presentan valores significativos máis baixos de b^* , isto é menos amarelos, son os 4,5,6, especialmente o 5 (Táboa 30).

En canto ós lotes de manteiga 15 - 21, nos datos recollidos na Táboa 31 vemos que aos 15 días de fabricación, en xeral, non houbo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre as réplicas dos diferentes lotes para todos os parámetros de color.

Se comparamos os diferentes lotes, as diferenzas as diferencias significativas ($p < 0,05$) aparecen só no parámetro b^* , é dicir, na variación da cor amarela das manteigas. Así as manteigas con valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos de b^* serían as do Lote 21, é dicir, cunha cor amarela máis intensa. Mentres que as que presentaron valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos de b^* foron as dos lotes 18 e 19, isto é manteigas con amarelos máis claros. Entre os lotes 15, 16 e 20 non hai diferenzas significativas ($p > 0,05$).

Para ver cal mantén a cor mellor ao longo do tempo fixemos unha análise da variación da cor (ΔE) dende os 15 días ata os 90 días de almacenamento, calculada coa seguinte ecuación (Fuciños e col., 2017):

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

onde, ΔL^* , Δa^* e Δb^* son as diferencias entre os valores das coordenadas $L^* a^* b^*$ aos 15 e 90 días de almacenamento.

O grupo de lotes que máis variou a cor ao longo do almacenamento nos lotes 1 -14, foron os 4,5,6. Entre os que menos variaron a cor están os Lotes 10,11,12 e 13,14, sen diferencias significativas ($p < 0,05$) co tempo de almacenamento nin entre os lotes que compoñen cada grupo que parte dunha mesma nata.

Nos lotes 15 - 21 os incrementos máis notorios na variación de cor ΔE teñen lugar logo de 90 días de almacenamento para case todos os lotes. Pola contra, para o lote 21 xa se produce un incremento notable da ΔE tras 30 días de almacenamento. Por outra banda, o lote 15 non presenta variación significativa da cor ($p > 0,05$) respecto á cor que presentaba aos 15 días.

2.8. Determinación do contido de actividade de auga en manteiga

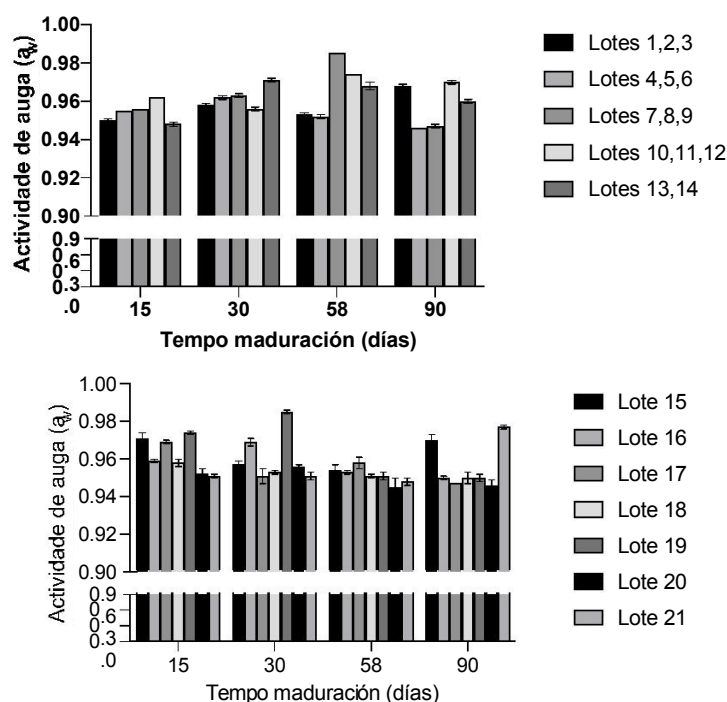
En relación aos resultados da a_w das mostras de manteiga dos lotes do 1 ó 14, non hai diferenzas significativas ($p < 0,05$) entre as réplicas de cada lote.

Para todos os lotes a a_w aumenta significativamente ($p < 0,05$) dos 15 aos 30 días de maduración ($p < 0,05$). Dos 30 aos 58 días, a a_w volve a diminuír para o grupo de lotes 1,2,3, 4,5,6, e 13,14. Estes últimos (4,5,6, e 13,14) seguen diminuíndo aos 90 días. Pero no 1,2,3 volve a aumentar considerablemente aos 90 días (Imaxe 16).

Nos grupos de lotes 7,8,9 e 10,11,12 a a_w volve a aumentar dos 30 aos 58 días, para diminuír logo aos 90 días (Imaxe 16). Os lotes 4,5,6 dan valores de a_w máis baixos aos 90 días, sen diferenzas significativas cos 7,8,9.

Para os resultados dos lotes do 15-21 non hai diferenzas significativas ($p < 0,05$) entre as réplicas de cada lote (Imaxe 17). Se nos fixamos na variación da a_w co tempo de almacenamento, chama a atención a evolución do Lote 21 que aumenta significativamente ($p < 0,05$) aos 90 días. Os valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos foron os dos Lotes 15, 17 e 19 aos 15 días, 16 e 19 aos 30 días, e 15 e 21 aos 90 días.. En canto aos valores máis baixos, destacan os Lotes 20 e 21, que case sempre se atopan entre os valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos.

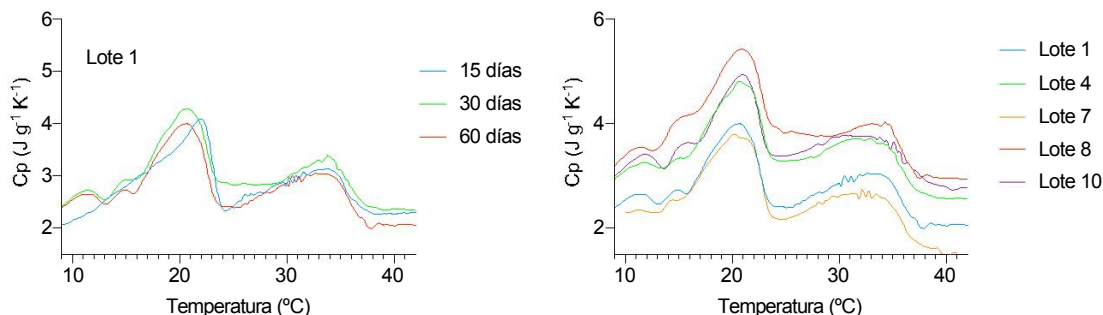
Jones (2022) atopou una correlación positiva entre o contido en graxa da nata e o contido e perdas de auga na manteiga. Cumpriárase en certo xeito nos resultados observados, como ocorre co Lote 15 que presenta valores máis baixos de a_w na nata (habería que comprobar se tamén ten un maior contido en graxa) que logo se traduce nunha manteiga con valores de a_w máis elevados.



Imaxes 16 e 17. Actividade de auga (a_w) das mostras de manteiga ensaiadas ó longo do proceso de maduración

2.9. Calorimetría Diferencial de Varrido (DSC)

Os resultados das probas feitas para os lotes 1-14 pódense ver na Imaxe 18 e na Táboa 32. En todas as medidas se observaron dous picos característicos da fusión da manteiga (Imaxe 18), correspondentes á fracción de fusión media (FFM) e á fracción de fusión alta (FFA) (Sert e Mercan, 2020), pico 1 e pico 2, respectivamente.



Imaxe 18. Perfís de DSC para mostras de manteiga de diferentes lotes e tempos de maduración.

As tres estruturas básicas de empaquetamento das cadeas de triacilglicerol (TAG) son unha subcelda hexagonal, ortorrómbica e triclinica, tamén coñecidas como empaquetamento α , β' e β , respectivamente, das cales a estabilidade termodinámica, a densidade de empaquetamento, o punto de fusión e a entalpía de fusión aumentan en orde consecutivo. Polo que valores de T_{peak} e entalpías máis elevados estarían relacionados coas estruturas máis empaquetadas e estables β' e β (Declerck e col., 2021; Sert e Mercan, 2020).

Aínda que as medidas non teñen réplicas, dos resultados obtidos parece que co tempo de maduración a T_{peak} e a entalpía diminúen, tanto para o pico 1 como para o 2.

Os TAG soen cristalizar inicialmente nas formas α y β' , aínda que a forma β é a máis estable. Este fenómeno está relacionado co feito de que a forma β require unha maior enerxía libre de activación para a nucleación. A transformación polimórfica é un proceso irreversible que vai dende a forma menos estable á máis estable, dependendo da temperatura e o tempo de que se trate (Ribeiro e col., 2015). O normal sería entón que a T_{peak} e a entalpía aumentasen co tempo de almacenamento, ao aumentar a proporción de cristais β (Zhang e col., 2014). Polo sería preciso facer máis medidas para corroborar estes resultados.

Con respecto ás diferenzas entre lotes, aínda que é difícil sacar conclusións con tan poucas medidas, a T_{onset} e a T_{peak} máis baixas son para o Lote 7, tanto para a FFM e a FFA. Isto indica cristais menos estables. Sen embargo, os valores de entalpía total son os máis altos, indicando que se precisa máis enerxía para a fusión completa desta manteiga, o que estaría relacionado coa presenza de cristais máis estables.

Pola contra, a T_{onset} e a T_{peak} máis altas da FFA son para o Lote 4. Pero de novo, o resultado da entalpía total é contradictorio para este lote, xa que é unha das máis baixas. Polo que habería que facer máis repeticións para ver se estas diferenzas son significativas.

Se atendemos aos resultados que veremos na seguinte sección, o Lote 4 daría manteigas máis duras e o 7 máis brandas. O cal se correspondería cos resultados observados para a T_{onset} e a T_{peak} , obviando as entalpías. Así, as manteigas do Lote 7 con T_{onset} e a T_{peak} máis baixas serían máis brandas. As manteigas máis untibles son aquelas obtidas con fraccións de baixo punto de fusión. Sen embargo as punto de fusión máis alto son máis estables a temperaturas máis altas (Schäffer e col., 2001). Este podería ser o caso das manteigas do Lote 4 que foron do grupo das que daban menores valores de a_w .

Para os lotes 15-21 non hai grandes diferenzas entre os 15 e 90 días para as temperaturas de fusión (Táboa 33). Si que se observan diferenzas para os valores das entalpías, tanto entre os tempos de maduración como entre os diferentes lotes (Táboa 33). Aos 15 días, os lotes 15 e 21 son os que aparecen con valores máis baixos de entalpía. Mentres que o 20 sería o que presentou valores máis elevados.

Pero este comportamento cambia aos 90 días, onde o lote 15 aparece cos valores máis elevados e 20 con un dos valores máis baixos, en termos de entalpía total.

Entón no lote 15 a entalpía aumentaría, mentres que no 20 diminuiría. valores de T_{peak} e entalpías máis elevados estarían relacionados coas estruturas máis empaquetadas e estables β' e β para as cadeas de triacilglicerol (TAG) (Declerck e col., 2021; Sert e Mercan, 2020)

Táboa 32. Comportamento de fusión da manteiga de diferentes lotes e tempos de maduración (lotes 1-14)					
Lote	T _{onset 1} (°C)	T _{peak 1} (°C)	T _{endset 1} (°C)	ΔH ₁ (J g ⁻¹)	ΔH _{total} (J g ⁻¹)
1 (15 días)	10,7	22,2	24,1	11,67	18,82
1 (30 días)	15,6	21,0	23,7	6,10	9,48
1 (60 días)	15,8	20,8	24,2	7,40	13,10
4 (60 días)	15,8	20,8	24,6	6,96	11,29
7 (60 días)	15,1	20,1	23,9	7,48	14,09
8 (60 días)	15,6	21,1	24	5,84	10,76
10 (60 días)	16,7	21,3	24,1	5,53	11,07
	T _{onset 2} (°C)	T _{peak 2} (°C)	T _{endset 2} (°C)	ΔH ₂ (J g ⁻¹)	
1 (15 días)	24,1	34,3	38,4	7,15	
1 (30 días)	28,9	34,2	37,8	3,38	
1 (60 días)	25,1	33,5	37,2	5,70	
4 (60 días)	28,0	34,0	37,8	4,3	
7 (60 días)	24,8	33,2	38,1	6,61	
8 (60 días)	25,8	34,4	37,5	4,92	
10 (60 días)	25,1	33,7	38,7	5,54	

Táboa 33. Comportamento de fusión da manteiga de diferentes lotes e tempos de maduración (lotes 15-21)									
15 d									
	T _{onset 1} (°C)	T _{peak 1} (°C)	T _{endset 1} (°C)	ΔH ₁ (J g ⁻¹)	T _{onset 2} (°C)	T _{peak 2} (°C)	T _{endset 2} (°C)	ΔH ₂ (J g ⁻¹)	ΔH _{total} (J g ⁻¹)
Lote 15	13,80±2,97	22,75±0,78	25,05±0,07	9,61±2,12	25,50±0,00	33,70±0,00	36,60±0,00	6,35±1,85	15,96±3,97
Lote 16	13,35±3,46	21,70±0,28	25,10±1,13	10,66±0,45	25,80±1,13	33,40±0,28	37,40±0,00	9,24±1,09	19,90±0,64
Lote 17	15,85±0,35	21,75±0,07	24,25±0,49	12,18±0,97	27,30±0,99	33,70±0,99	37,45±0,21	8,99±1,53	21,17±2,50
Lote 18	15,95±1,06	21,50±0,00	24,50±0,42	10,41±1,24	27,00±0,00	33,70±0,00	37,15±0,49	8,68±0,16	19,08±1,40
Lote 19	14,50±1,13	21,85±1,20	24,40±0,99	11,82±0,19	25,45±0,21	33,35±0,07	37,20±0,28	9,39±0,37	21,21±0,18
Lote 20	15,00	21,80	24,20	14,20	24,40	33,30	37,40	12,08	26,28
Lote 21	15,30±0,57	20,45±0,07	23,30±0,00	6,33±1,39	25,40±2,69	33,30±0,14	37,50±0,00	6,79±1,99	13,12±0,61
90 d									
	T _{onset 1} (°C)	T _{peak 1} (°C)	T _{endset 1} (°C)	ΔH ₁ (J g ⁻¹)	T _{onset 2} (°C)	T _{peak 2} (°C)	T _{endset 2} (°C)	ΔH ₂ (J g ⁻¹)	ΔH _{total} (J g ⁻¹)
Lote 15	14,70	21,60	24,40	13,26	25,40	33,50	37,80	10,40	23,66
Lote 16	15,20	21,40	23,50	9,44	24,70	34,20	37,80	10,85	20,29
Lote 17	15,70	21,30	24,10	10,67	26,50	33,90	37,80	8,73	19,40
Lote 18	15,60	21,50	24,30	10,86	26,80	33,70	37,40	8,01	18,87
Lote 19	14,80	21,20	24,00	11,50	28,10	34,00	37,40	6,14	17,64
Lote 20	12,40	22,20	24,50	12,10	27,10	34,40	37,70	5,62	17,72
Lote 21									

2.10. Determinación de parámetros de oxidación da manteiga

2.10.1. Contido de ácidos graxos libres

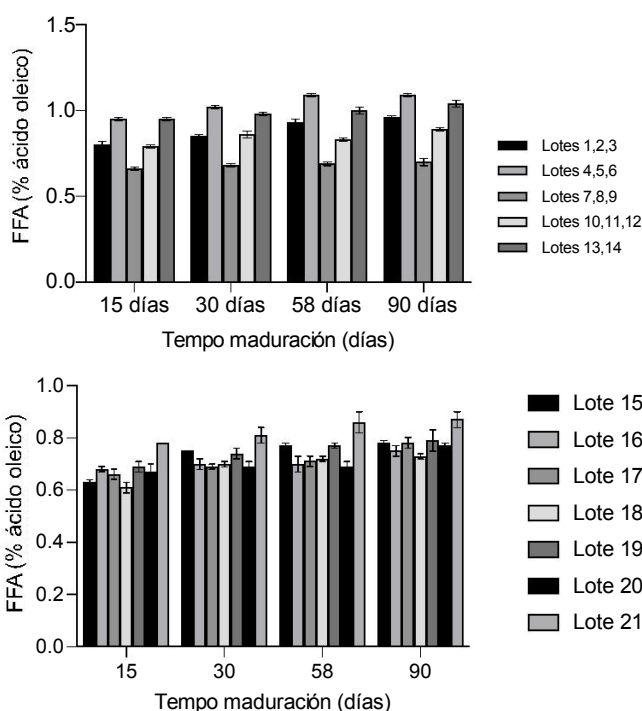
A acidez determinada expresouse como a porcentaxe dos ácidos libres contidos na graxa. En xeral, os ácidos graxos libres (FFA), nos lotes 1 – 14, aumentan ao longo do proceso de maduración (Imaxe 19), só para os lotes 7, 9 e 13 non aparecen diferenzas significativas ($p > 0,05$) entre o primeiro e o último día ensaiado (90 días). Nos lotes 3 e 4 observáronse as maiores diferenzas entre o día 15 e o 90 de maduración (incremento do 0,2 % de ácido oleico).

Ós 15 días de maduración, o grupo de lotes 7,8,9 (especialmente os lotes 8 e 9) é o que presenta valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos, e isto mantense ao longo de todo o proceso de maduración.

Pola contra, os valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos rexistráronse no grupo de lotes 4,5,6 e 13,14 (especialmente os lotes 4,5, e 13). Este comportamento tamén se mantivo ao longo do proceso de maduración.

Nos lotes 15-21, en xeral, os ácidos graxos libres (FFA) aumentan ao longo do proceso de maduración (Imaxe 20). Os lotes 16, 17, 19 e 21 non aumentan significativamente ($p > 0,05$) ata os 90 días. O lote 21 non aumenta significativamente ($p > 0,05$) ata os 58 días. Mentres que o lote 15 e 18 xa aumentan significativamente ($p < 0,05$) dende os 30 días. Cabería pensar entón que estes 2 lotes son menos estables.

Pero se nos fixamos nas diferenzas entre lotes a cada tempo de maduración, podemos ver que o Lote 21 mostra valores de FFA significativamente ($p < 0,05$) máis elevados a todos os tempos de maduración. Polo que este lote sería o máis inestable. Como xa sinalamos no estudo da textura, habería que ver o tipo de ácidos graxos que contén este lote pero sabemos que o leite de orixe destas mostras é de pastoreo que pode conter unha maior proporción de ácidos graxos insaturados.



Imaxes 19 e 20. Ácidos graxos libres (% ácido oleico) nos lotes de manteiga ó longo do proceso de maduración.

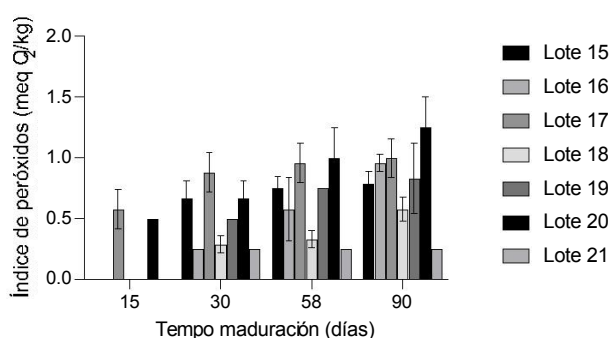
2.10.2. Índice de peróxidos

O índice de peróxidos (IP) é unha estimación do contido de sustancias que oxidan o ioduro potásico e exprésase en termos de miliequivalentes de osíxeno activo por kg de graxa. Asóciase coa presenza de peróxidos derivados dos ácidos graxos presentes na mostra. Neste caso, nas mostras de manteiga da 1 - 14 non se detectaron peróxidos a ningún dos tempos de maduración estudados.

No caso dos lotes 15-21, ós 15 días, practicamente non se detectan peróxidos en ningún lote. Só se detectan nos Lotes 17 e 20, sen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre eles. Logo, en xeral, o IP vai aumentando co tempo de almacenamento (Imaxe 21). Os Lotes 17 e 20 seguen sendo dos lotes con valores de IP significativamente ($p < 0,05$) máis elevados ata os 90 días. Mentres que o 18 e 21 soen aparecer cos valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos, destacando o Lote 21 aos 90 días (Táboa 11). Este resultado contradí o observado nos FFA.

Ademais o Lote 21 sería o único que se mantén por debaixo de 0,3 meq O_2 /kg (Regulamento (UE) No 1272/2009).

Non hai diferencias significativas ($p > 0,05$) entre as réplicas de cada lote.



Imaxe 21. Índice de peróxidos (meq O_2 /kg) nos lotes de manteiga ó longo do proceso de maduración.

2.10.3. Índice das sustancias reactivas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

As sustancias reactivas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) fórmanse como subproduto do dano oxidativo dos lípidos (isto é, como produtos da degradación das graxas) e poden detectarse mediante o ensaio TBARS utilizando o ácido tiobarbitúrico (TBA) como reactivo.

De acordo ós datos obtidos ($<0,02$ mg de malonaldehído por Kg de mostra), non se detectaron especies reactivas ao ácido tiobarbitúrico nas manteigas a ningún dos tempos de maduración estudados nos lotes 1 – 14.

Tras isto realizamos modificacións no método e repetimos as análises das réplicas a (1 e 2) de cada lote aos 15 e 90 días de maduración. Ademais, dopamos algunhas mostras, co cal vimos que o porcentaxe de recuperación era do $62,53 \pm 0,92\%$. Esta % recuperación usouse como factor de corrección dos resultados obtidos que mostramos na Táboa 34.

O índice de TBARS aumenta co tempo de almacenamento salvo para o grupo de lotes 10,11,12, sendo o Lote 7 a mostra na que se produce un maior aumento (Táboa 34).

O grupo de lotes preparados coa mesma nata que presenta valores significativamente ($p < 0,05$) maiores aos 15 días é o dos lotes 10,11,12. Mentres que o grupo con valores significativamente ($p < 0,05$) inferiores é o 4,5,6.

Aos 90 días, o grupo de lotes que presenta valores significativamente ($p < 0,05$) maiores é o dos lotes 7,8,9, sen diferencias significativas ($p > 0,05$) cos grupos de lotes 1,2,3, e 13,14. Mentres que o grupo con valores significativamente ($p < 0,05$) inferiores é o 10,11,12, sen diferencias significativas ($p > 0,05$) co 4,5,6.

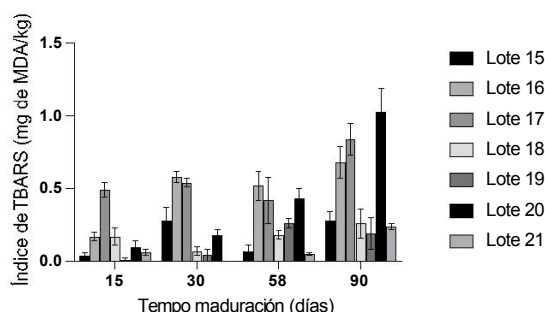
Non hai diferencias significativas ($p > 0,05$) entre os lotes preparados ca mesma nata, salvo para o 7,8,9, con diferencias significativas ($p < 0,05$) entre o 7 e 8 e o 7 e 9.

Nos lotes 15 – 21, os valores de TBARS en xeral aumentan ao longo do proceso de maduración da manteiga, aínda que non de igual xeito para todos os lotes (Táboa 35, Imaxe 22). Así os lotes 18, 19 e 21 permanecen con valores significativamente ($p < 0,05$) máis baixos ao longo do proceso

de maduración, mentres que os lotes 16, 17 e 20 cos valores significativamente ($p < 0,05$) máis altos. Estes resultados concordan co visto nos resultados do IP, onde o 17 e 20 tamén daban os valores máis elevados e o 21 os valores máis baixos.

Haberá que contrastar os resultados obtidos nos parámetros da oxidación avaliados co perfil de ácidos graxos presentes en cada lote de manteigas. O Lote 21 foi o que mostrou valores máis elevados de FFA xa dende os 15 días. Aínda que os FFA, non son produtos da oxidación (fórmanse pola acción das lipasas ou fosfolipasas sobre os lípidos ou fosfolípidos, respectivamente), poden contribuír á percepción do enranciamento, ben directamente ou a través da súa oxidación. Sen embargo, a xeración de FFA en manteiga por bacterias lipolíticas tense descrito como unha vía para o aceleramento do desenvolvemento do seu sabor. Polo que a súa presenza pode ter un aspecto positivo (Irwin e Hedges, 2004).

Por outra banda, os valores do IP e TBARS no Lote 21 aparecen entre os máis baixos, a pesar de que ao provir de leite de pastoreo prevese que teña un maior contido en ácidos graxos insaturados máis susceptibles á oxidación. Estes valores baixos poden deberse á presenza de antioxidantes, sen embargo (Kalač e Samková, 2010) apunta como determinante o contido en α -linolenic acid. E Havemose e col. (2004) relacionouno co grao de insaturación del ácido linolénico, C18:3, o cal resultou importante para unha maior acumulación de hidroperóxidos lipídicos.



Imaxe 22. Índice de TBARS (mg de MDA/kg) nos lotes de manteiga ó longo do proceso de maduración.

Táboa 34. Índice de TBARS (mg de MDA/kg de mostra) nas manteigas ó longo do proceso de maduración.

Lote	15 días	90 días
1	0,57±0,04 ^{ax}	1,01±0,03 ^{ax}
2	0,62±0,24 ^{ax}	0,94±0,19 ^{ax}
3	0,56±0,27 ^{ax}	1,16±0,05 ^{ax}
Promedio lotes 1,2 e 3	0,59±0,12 ^{ax}	1,04±0,06 ^{ax}
4	0,40±0,06 ^{ax}	0,77±0,32 ^{ax}
5	0,29±0,04 ^{ax}	0,74±0,30 ^{ax}
6	0,32±0,04 ^{ax}	0,67±0,09 ^{ax}
Promedio lotes 4,5 e 6	0,34±0,03 ^{ax}	0,72±0,15 ^{ax}
7	0,37±0,01 ^{ax}	2,24±0,13 ^{ax}
8	0,63±0,13 ^{ax}	0,46±0,10 ^{ax}
9	0,47±0,12 ^{ax}	0,55±0,26 ^{ax}
Promedio lotes 7,8 e 9	0,49±0,06 ^{ax}	1,08±0,10 ^{ax}
10	1,14±0,15 ^{ax}	0,61±0,03 ^{ax}
11	1,00±0,42 ^{ax}	0,66±0,10 ^{ax}
12	1,12±0,10 ^{ax}	0,60±0,13 ^{ax}
Promedio 10,11 e 12	1,09±0,15 ^{ax}	0,62±0,05 ^{ax}
13	0,73±0,10 ^{ax}	1,39±0,67 ^{ax}
14	0,62±0,14 ^{ax}	0,50±0,10 ^{ax}
Promedio lotes 13 e 14	0,68±0,09 ^{ax}	0,94±0,34 ^{ax}

Táboa 35. Índice de TBARS (mg de MDA/kg) nas manteigas ó longo do proceso de maduración

Lote	15 días			30 días			58 días			90 días		
	a	b	Promedio	a	b	Promedio	a	b	Promedio	a	b	Promedio
15	0,07 ±0,03 ¹	0,02±0,01 ¹	0,04±0,02 ^{aα}	0,33±0,18 ¹	0,22±0,03 ¹	0,28±0,09 ^{bα}	0,09±0,06 ¹	0,05±0,07 ¹	0,07±0,04 ^{aαδ}	0,36±0,04 ¹	0,19±0,12 ¹	0,28±0,06 ^{bα}
16	0,18±0,05 ¹	0,17±0,03 ¹	0,17±0,03 ^{aβ}	0,63±0,06 ¹	0,52±0,05 ¹	0,58±0,04 ^{bcb}	0,56±0,14 ¹	0,47±0,13 ¹	0,52±0,10 ^{bβ}	0,81±0,20 ¹	0,55±0,10 ¹	0,68±0,11 ^{cβ}
17	0,55±0,09 ¹	0,43±0,03 ²	0,49±0,05 ^{aby}	0,60±0,05 ¹	0,49±0,05 ¹	0,54±0,03 ^{aβ}	0,57±0,32 ¹	0,28±0,04 ²	0,42±0,16 ^{bβ}	0,99±0,18 ¹	0,70±0,12 ¹	0,84±0,11 ^{cγ}
18	0,12±0,03 ¹	0,21±0,12 ¹	0,17±0,06 ^{abβ}	0,07±0,02 ¹	0,07±0,06 ¹	0,07±0,03 ^{ayδ}	0,18±0,03 ¹	0,18±0,06 ¹	0,18±0,03 ^{bay}	0,24±0,10 ¹	0,28±0,17 ¹	0,26±0,10 ^{bα}
19	0,01±0,01 ¹	0,01±0,01 ¹	0,01±0,01 ^{aα}	0,02±0,01 ¹	0,06±0,08 ¹	0,04±0,04 ^{ayδ}	0,25±0,05 ¹	0,27±0,04 ¹	0,26±0,03 ^{bγ}	0,20±0,20 ¹	0,18±0,08 ¹	0,19±0,11 ^{bα}
20	0,10±0,04		0,10±0,04 ^{aαβ}	0,18±0,04		0,18±0,04 ^{ayγ}	0,43±0,07		0,43±0,07 ^{bβ}	1,03±0,16		1,03±0,16 ^{cδ}
21	0,06±0,03 ¹	0,05±0,02 ¹	0,06±0,02 ^{aαβ}	0,00±0,00 ¹	0,00±0,00 ¹	0,00±0,00 ^{aδ}	0,06±0,01 ¹	0,05±0,02 ¹	0,05±0,01 ^{aδ}	0,26±0,02 ¹	0,22±0,03 ¹	0,24±0,02 ^{bα}

²Diferenzas significativas entre réplicas de lotes; ^{a,b,c,d}Diferenzas significativas entre diferentes días de maduración. ^{α,β,γ,δ,ε}Diferenzas significativas entre lotes.

BIBLIOGRAFÍA

Benitez Ramírez, J., Gutiérrez Heredia, A. (2013a). Elaboración de mantequilla (UF1282). 211.

Biglarian, N., Rafe, A., Shahidi, S. A., Lorenzo, J. M. (2002) Rheological, textural and structural properties of dairy cream as affected by some natural stabilizers. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1), 1-16.

Bourne, M. C. (2002). Food texture and viscosity: concept and measurement (M. C. Bourne, Ed.; 2nd Edition). Academic Press.

Campillo Álvarez, J. E. (1997). Alimentación: ciencia, tradición y salud: controla tu peso y en alimentarte pon esmero, con la ciencia y el refranero. Aran Ediciones.

Declerck, A., Nelis, V., Danthine, S., Dewettinck, K., Van der Meeren, P. (2021). Characterisation of fat crystal polymorphism in cocoa butter by time-domain nmr and dsc deconvolution. *Foods*, 10(3).

Fuciños, C., Amado, I. R., Fuciños, P., Fajardo, P., Rúa, M. L., Pastrana, L. M. (2017). Evaluation of antimicrobial effectiveness of pimaricin-loaded thermosensitive nanohydrogel coating on Arzúa-Ulloa DOP cheeses. *Food Control*, 73, 1095–1104.

Havemose, M. S., Weisbjerg, M. R., Bredie, W. L. P., Nielsen, J. H. (2004). Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. *International Dairy Journal*, 14(7), 563–570.

Irwin, J. W., Hedges, N. (2004). Measuring lipid oxidation. In *Understanding and Measuring the Shelf-Life of Food* (pp. 289–316). Elsevier.

Jones, A. (2022). Finding relationships between physical properties of butter and water loss.

Kalač, P., Samková, E. (2010). The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science*, 12, 521–537.

Lina, L. (2019) Impact of technology and storage on fatty acids profile in dairy products. *Lithuanian University of Health Science*, 229-237.

Ozcan, T., Akpınar-Bayazit, A., Yılmaz-Ersan, L., Cetin, K., Delikanli, B. (2016). Evaluation of Fatty Acid Profile of Trabzon Butter. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7, 190-192.

Penfield, M. P., Campbell, A. M. (1990). Milk and milk products. In M. P. Penfield & A. M. Campbell (Eds.), *Food Science and Technology, Experimental Food Science* (Third Edition, pp. 162–183). Academic Press.

Philip S. B. (2001). Química orgánica: conceptos y aplicaciones.

Pustjens, A. M., Boerrigter-Eenling, R., Koot, A. H., Rozijn, M., van Ruth, S. M. (2017). Characterization of Retail Conventional, Organic, and Grass Full-Fat Butters by Their Fat Contents, Free Fatty Acid Contents, and Triglyceride and Fatty Acid Profiling. *Foods*, 6(4), 1-9.

Queirós, M. S., Grimaldi, R., Gigante, M. L. (2016). Addition of olein from milk fat positively affects the firmness of butter. *Food Research International*, 84, 69–75.

Ribeiro, A. P. B., Masuchi, M. H., Miyasaki, E. K., Domingues, M. A. F., Stroppa, V. L. Z., de Oliveira, G. M., Kieckbusch, T. G. (2015). Crystallization modifiers in lipid systems. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 3925–3946.

Roca-Fernández, A. I., González-Rodríguez, A. (2013). Variación estacional en la composición química y en el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca. Los pastos: Nuevos retos, nuevas oportunidades, *Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 353-60.

Schäffer, B., Szakály, S., Lőrinczy, D. (2001). Melting properties of butter fat and the consistency of butter. Effect of modification of cream ripening and fatty acid composition. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 64, 659–669.

Sert, D., Mercan, E. (2020). Characterisation of physicochemical, microbiological, thermal, oxidation properties and fatty acid composition of butter produced from thermosonicated cream. International Dairy Journal, 109.

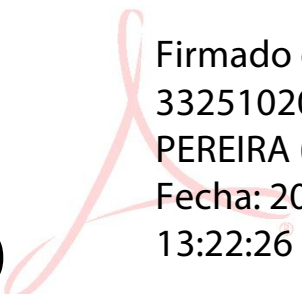
Subroto, E., Indiarto, R., Marta, H., Septhi Wulan, A. (2018). Physicochemical and sensorial properties of recombined butter produced from milk fat and fish oil blend. Bioscience Research, 15(4), 3733–3740.

Walter W. L. (1977). Curso breve de química orgánica.

Zhang, X., Li, L., Xie, H., Liang, Z., Su, J., Liu, G., Li, B. (2014). Effect of Temperature on the Crystalline Form and Fat Crystal Network of Two Model Palm Oil-Based Shortenings During Storage. Food and Bioprocess Technology, 7(3), 887–900.

Ziarno, M., Derewiaka, D., Florowska, A., Szymańska, I. (2023). Comparison of the Spreadability of Butter and Butter Substitutes. Appl. Sci., 13, 2600.

**BENIGNO
PEREIRA (R:
B15594401)**



Firmado digitalmente por
33251020N BENIGNO
PEREIRA (R: B15594401)
Fecha: 2023.09.29
13:22:26 +02'00'