

AUTORS:

Antonio José Trujillo Mesa



UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

APORTE ODS:

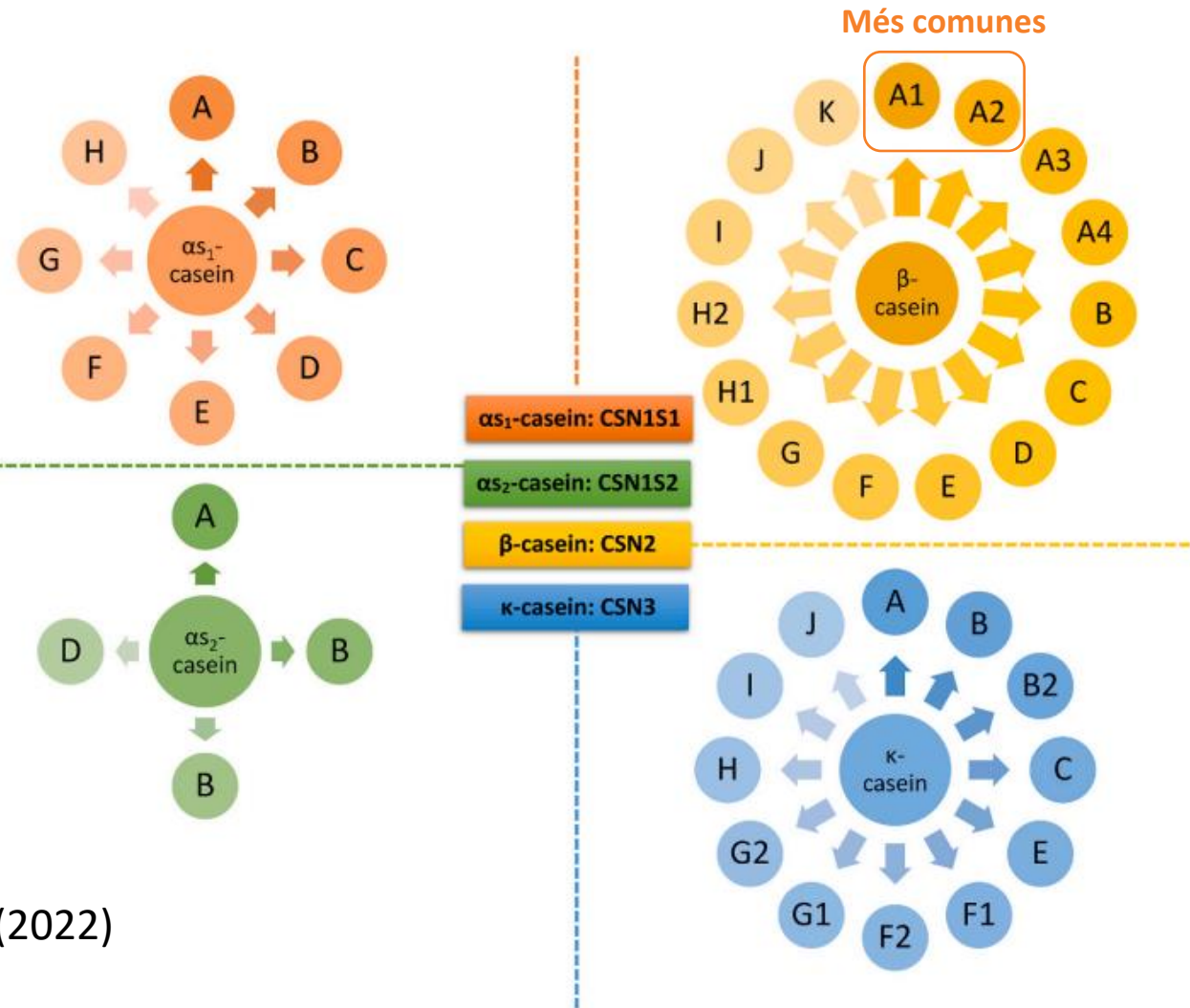


TÍTOL

Efecte del polimorfisme genètic de la β -caseïna sobre les característiques tecnofuncionals de la llet i els seus derivats

Introducció i Problemàtica

Tipo de caseína	Abreviatura	Proporció relativa (%)
α_1 -Caseína	α_1 -CN	39 – 46
α_2 -Caseína	α_2 -CN	8 – 11
β -Caseína	β -CN	25 – 35
κ -Caseína	κ -CN	8 - 15



Daniloski *et al.* (2022)

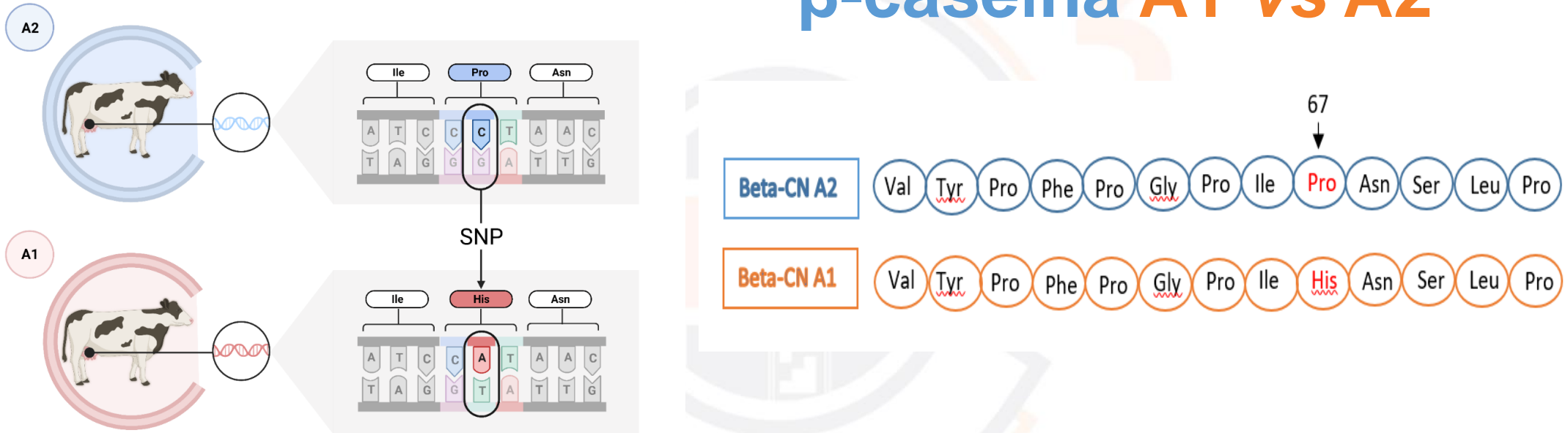
PLAANUAL2024
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Introducció i Problemàtica

β -caseïna A1 vs A2



**Polimorfisme de nucleòtid simple
(CCT vs CAT)**

Patel *et al.* (2020)

PLAANUAL 2024
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Introducció i Problemàtica

Les variants genètiques **A1 i A2 de β -CN** han obert un debat sobre la selecció genètica de la raça Holstein-Frisona degut a la seva importància en:

1. Efectes sobre la salut humana: problemes digestius i malalties no ben definides
2. Rendiments en llet i composició de la mateixa
3. Propietats fisicoquímiques de la llet i dels productes lactis derivats



PLAANUAL2024
DE TRANSPARENCIA TECNOLÒGICA

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Introducció i Problemàtica

La selecció de la variant genètica de β -CN (A1 i A2):

- ✓ Variacions en la quantitat de proteïna i greix
- ✓ Variació en la mida de micel·la de caseïna i glòbul gras (partícules) en la llet
- ✓ Variació en la proporció de les diferents caseïnes i proteïnes del sèrum de la llet
- ✓ Selecció de variants genètiques d'altres proteïnes amb efecte en les propietats tecnofuncionals (p.e. κ -CN i β -Lg)



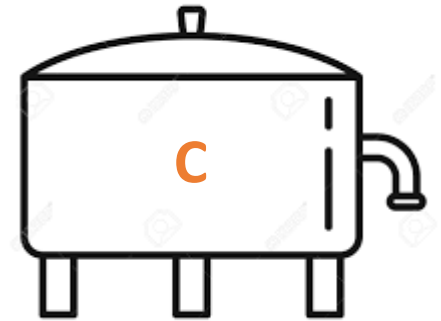
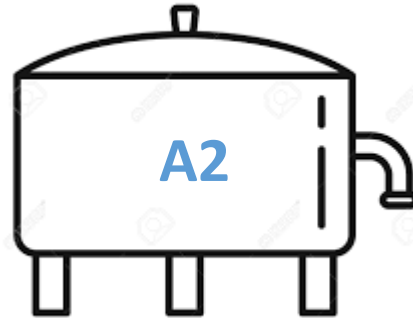
Propietats
Tecnofuncionals
de la Llet

- ✓ Estabilitat al tractament tèrmic
- ✓ Coagulació enzimàtica
- ✓ Coagulació àcida
- ✓ Capacitat transformació en productes lactis

Juan *et al.* (2024)

Obtenció de llets

"La Cavalleria" (Manlleu), "Can Barrina" (Santa Cecília de Voltregà), i "Compte Isern" (Vic).



Llet ¹	N ²	β-CN			κ-CN						β-LG		
		A2A2	A1A2	A1A1	AA	AB	BB	BE	AE	EE	AB	BB	AA
A2	15	15			2	10	3				7	3	5
C	15		12	3	4	2	1	4	3	1	8	6	1

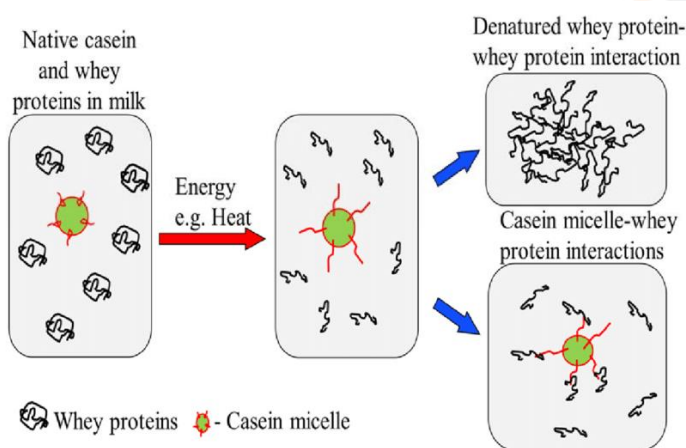
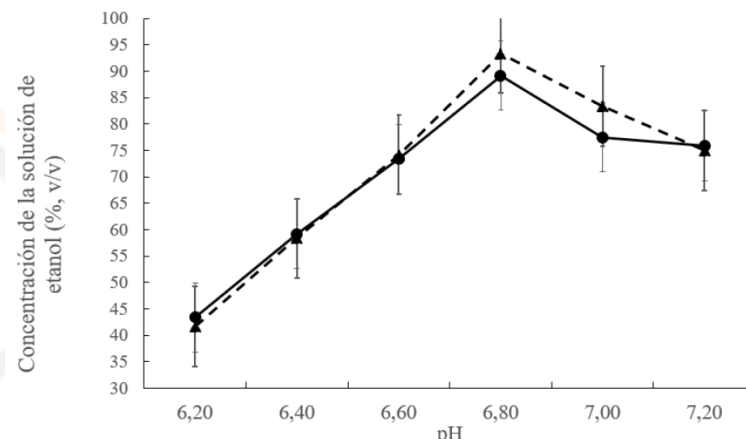
¹Llets (A2: llet amb β-CN A2, C: llet control amb β-CN A1 y A2), ²N: Nombre de vaques, β-CN: β-caseïna, κ-CN: κ-caseïna, β-LG: β-lactoglobulina. Genotipat fet per FEFRIC (Federació Frisona de Catalunya).

Estabilitat al tractament tèrmic

Tractament	T ^a i temps
Termització	57-68 °C, 10-20 s
Pasteurització*	
LTLT	63 °C, 30 min
HTST*	72-75 °C, 15-20 s
Ultra	125-138 °C, 2-4 s
Esterilització	
UHT*	140-142 °C, 2-6 s
Convencional	114-120 °C, 20-30 min

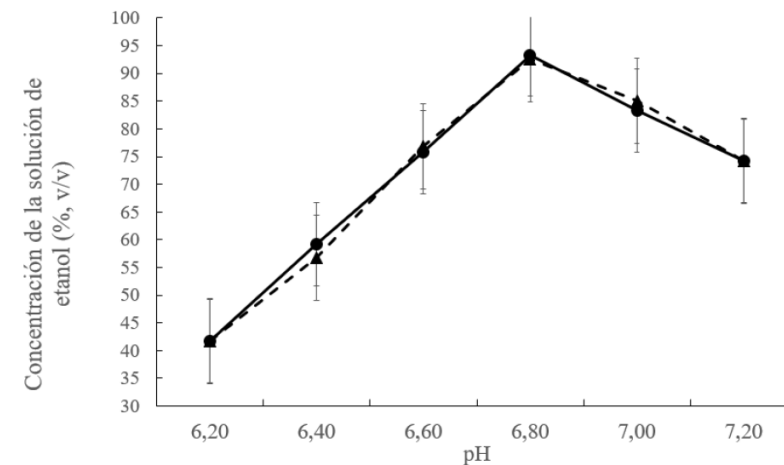
Indicadors tèrmics:

- Prova de l'alcohol
- Prova del fosfat
- % NT precipitat (140 °C, 10 min)



Tipus de llet		mL KH ₂ PO ₄ 0,5M
Desnatada	A2A2	1,10 ± 0,00
Desnatada	Control	1,05 ± 0,07
Sencera	A2A2	1,10 ± 0,14
Sencera	Control	1,15 ± 0,21

Tipus de llet		NT (%)
Desnatada	A2A2	5,13
Desnatada	Control	6,41
Sencera	A2A2	2,78
Sencera	Control	6,28



PLAANUAL 2024
DE TRANSPARÈNCIA I TECNOLOGIA

Impacte productiu, tecnològic i econòmic de produir llet A2

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Aptitud a la coagulació enzimàtica

Llet A2/A2

Llet Control (CN: A1A1, A1A2 y A2A2)

(Juan i Trujillo, 2022).

Llet	RCT (min)	RCF (mA/min)	CF ₃₀ (mA)
A2	4,31 ± 2,33	2,48 ± 0,80 ^a	12,70 ± 1,29 ^a
CN	4,08 ± 2,33	1,89 ± 0,70 ^b	10,95 ± 0,75 ^b

RCT: temps de floculació; RCF: velocitat d'agregació; CF30: fermesa de gel als 30 min.

Mínimes diferències en la cinètica de coagulació i major rendiment potencial formatger i sinèresi per la llet A2 en comparació a la control

Llet	Rendiment Potencial (%)	TS (%)	Sinèresi (g)
A2	17,02 ± 4,77 ^a	27,53 ± 1,94	9,66 ± 2,21 ^a
CN	12,89 ± 1,06 ^b	26,93 ± 0,89	7,26 ± 1,52 ^b

TS: sòlids totals quallada.

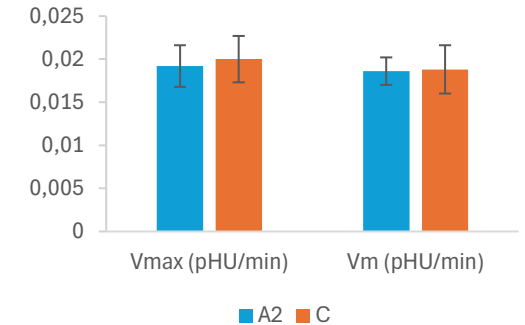
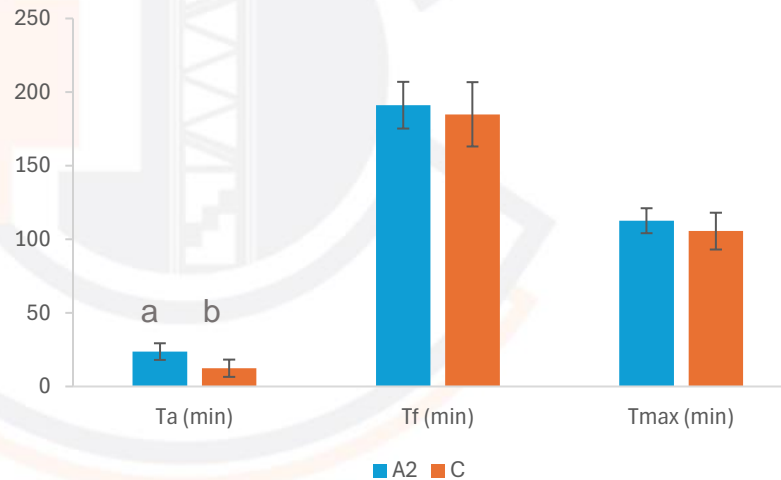
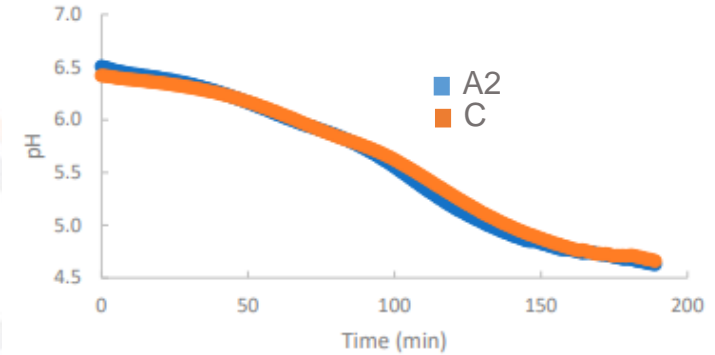
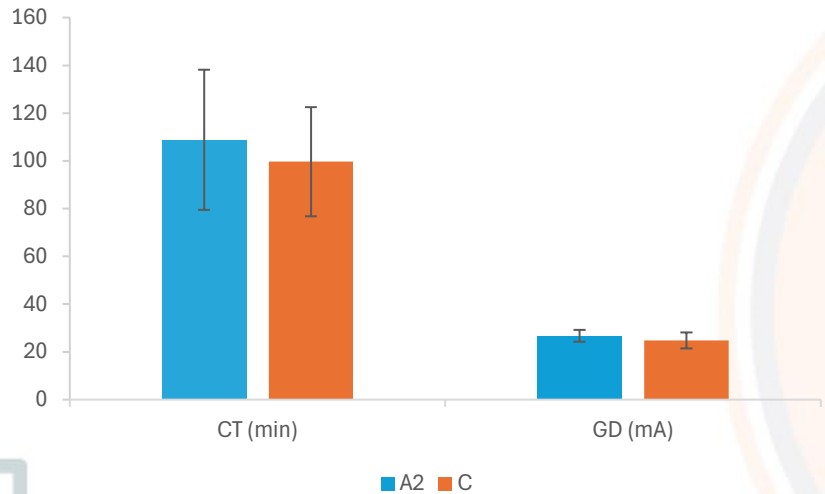
PLANUAL2024
de Transparencia i Tecnologia

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Aptitud a la coagulació àcida

1. Estudi de la coagulació i cinètica de fermentació

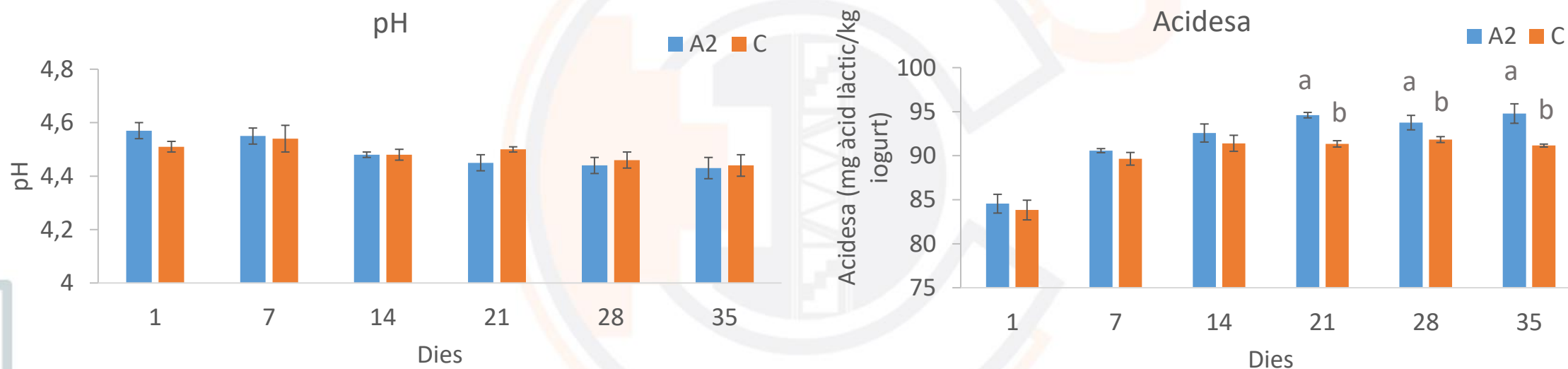


CT: temps de floculació; GD: densitat del gel

Mínimes diferències en les propietats de coagulació i cinètica de fermentació entre yogurs A2 i A1

Vmax: velocitat màx fermentació; Vm: velocitat mitja fermentació; Tf: temps de fermentació (pH 4,6); Tmax: temps en aconseguir Vmàx; Ta: temps de latència.

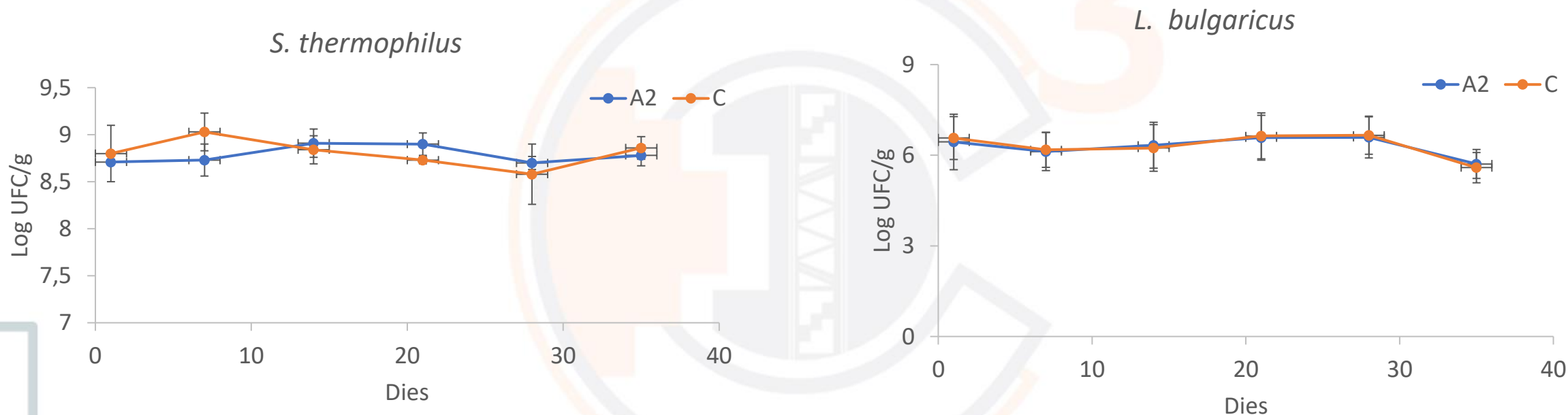
2. Evolució del pH i acidesa



pH i acidesa (g àcid làctic/100 g iogurt) dels iogurts al llarg emmagatzematge a 4 °C.

Sense diferències de pH entre iogurts
Lleugera major acidesa en iogurts A2 a partir dels 21 dies d'emmagatzematge

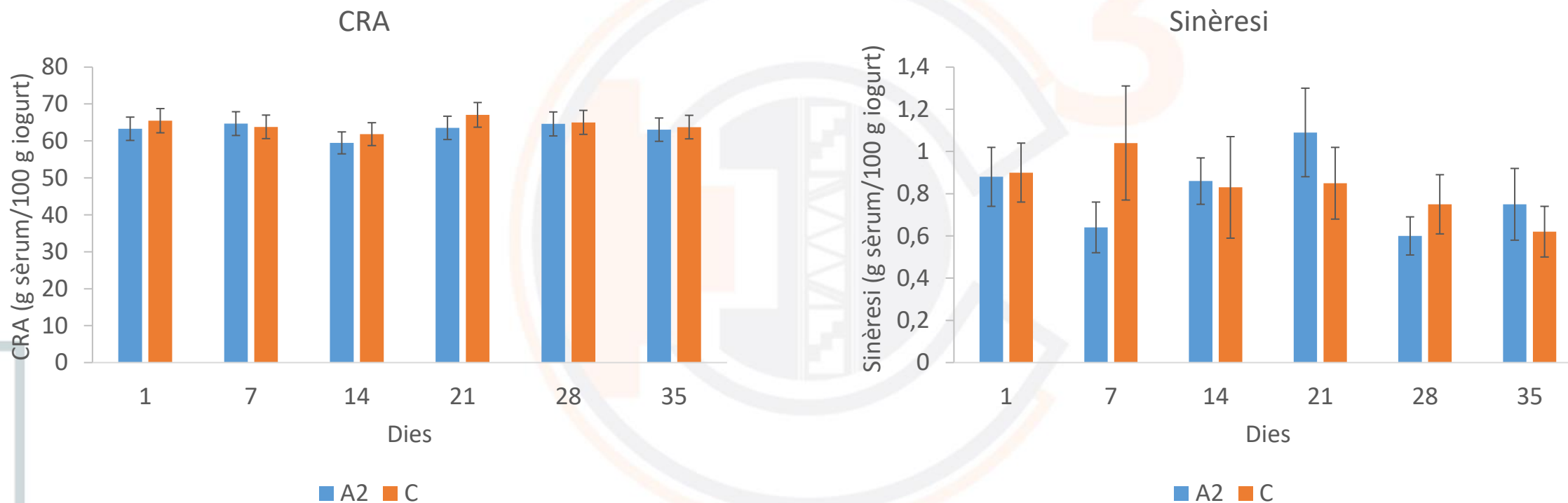
3. Recompte i evolució del ferment làctic



Desenvolupament del ferment làctic (log UFC/g) en els iogurts al llarg del seu emmagatzematge a 4 °C

No existeixen diferències en el recompte ni desenvolupament del ferment làctic (>7 log UFC/g)

4. Capacitat de retenció d'aigua i sinèresi espontània

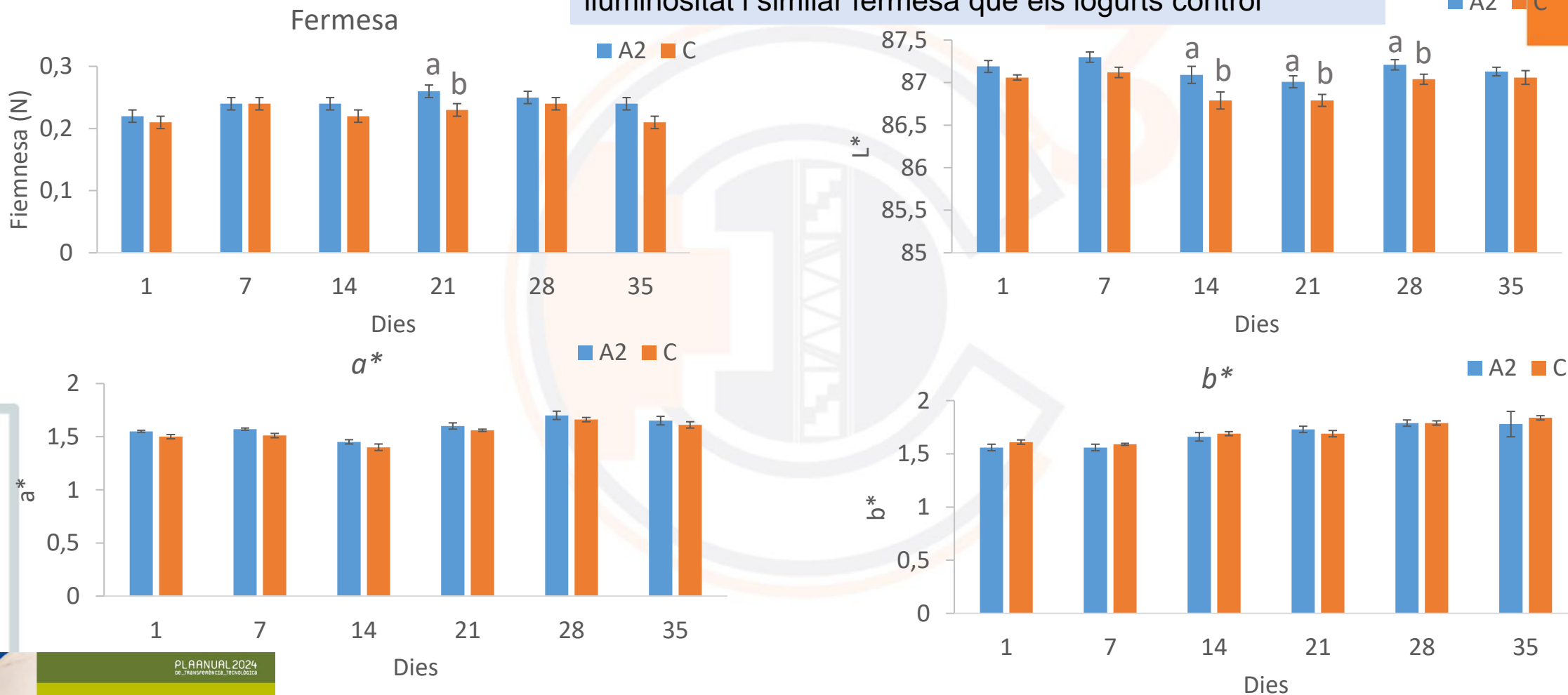


Capacitat de retenció d'aigua (g sèrum/100 g iogurt) i sinèresi espontània (g sèrum/100 g iogurt) dels iogurts al llarg del seu emmagatzematge a 4 °C.

No existeixen diferències en CRA ni sinèresi espontània

5. Fermesa i color del gel

Els iogurts A2 van presentar una lleugera major lluminositat i similar fermesa que els iogurts control



Fermesa (N) i color (CIELab) dels iogurts al llarg del seu emmagatzematge a 4 °C.

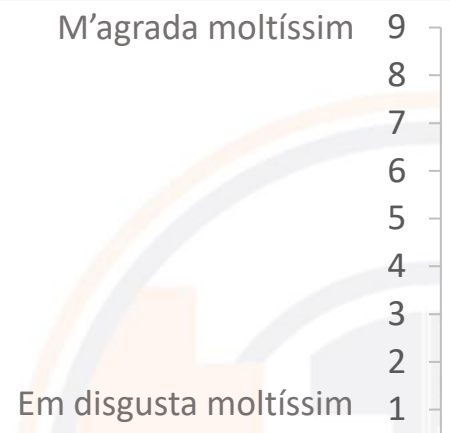
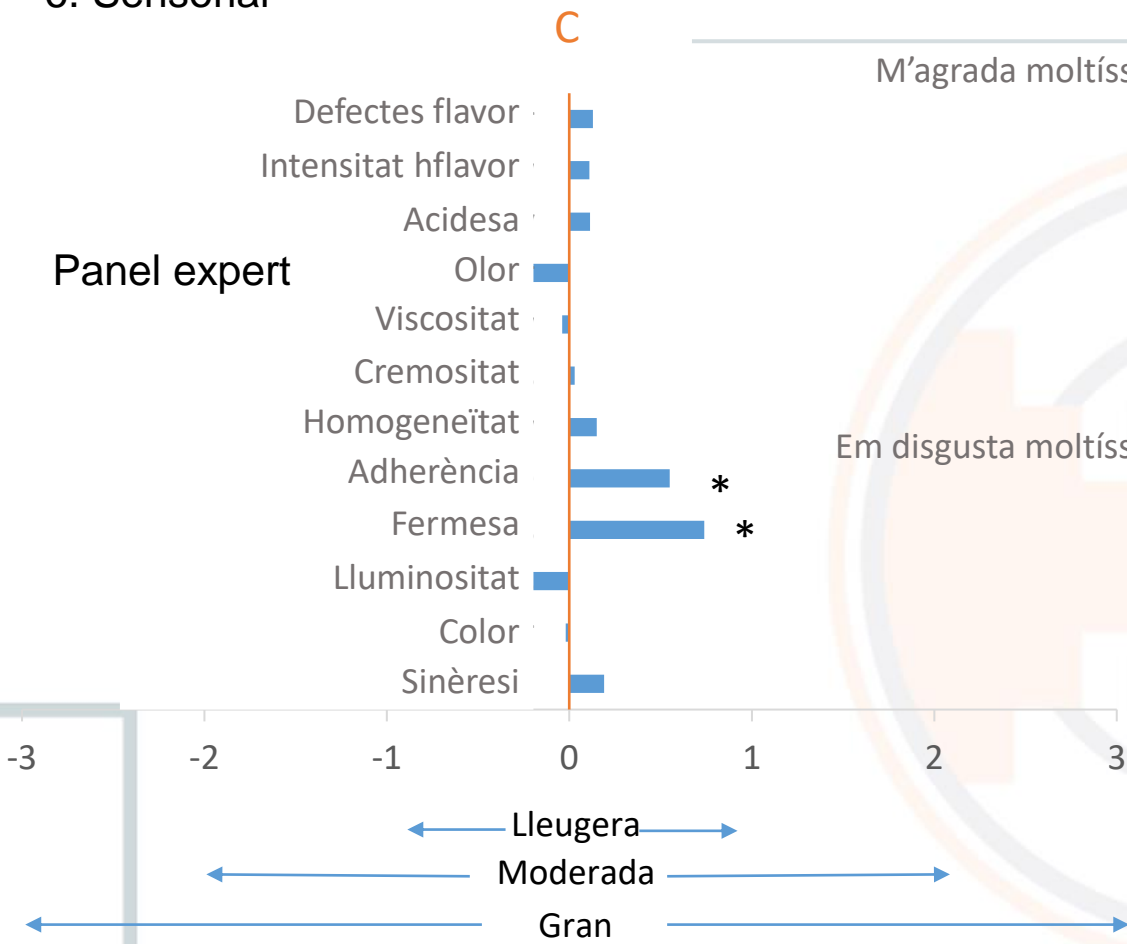
PLAANUAL2024
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

Impacte productiu, tecnològic i econòmic de produir llet A2

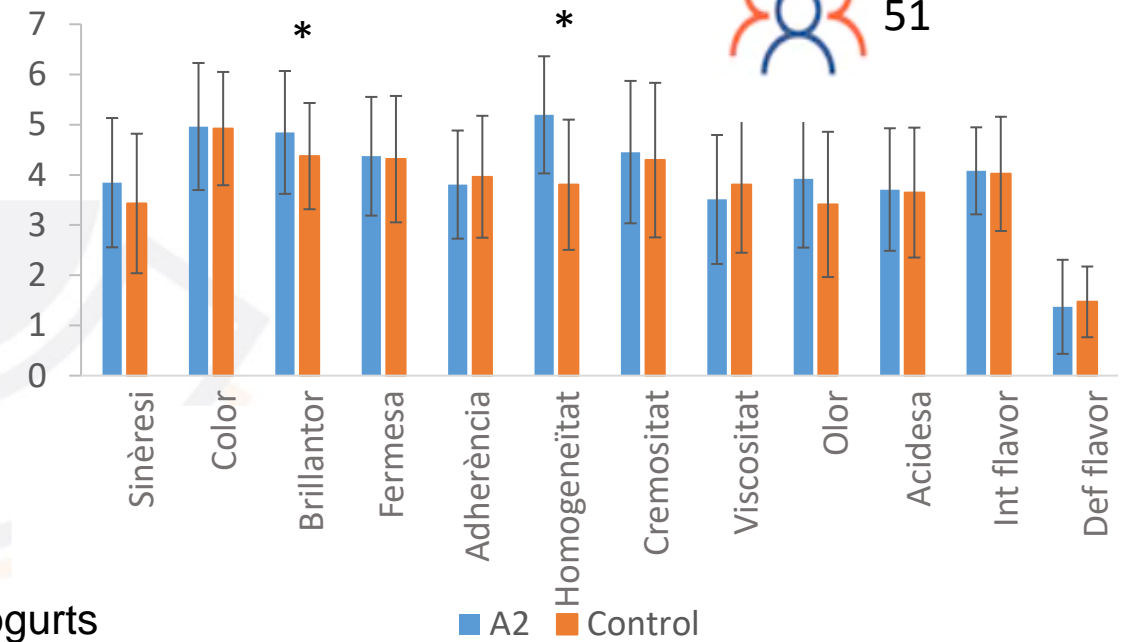
Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

6. Sensorial

Panel expert



Panel consumidors



Anàlisi sensorial dels iogurts

Els iogurts A2 van ser avaluats com lleugerament més fermes, brillants, adherents i amb una major homogeneïtat de gel que els iogurts control.

PLAANUAL 2024
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

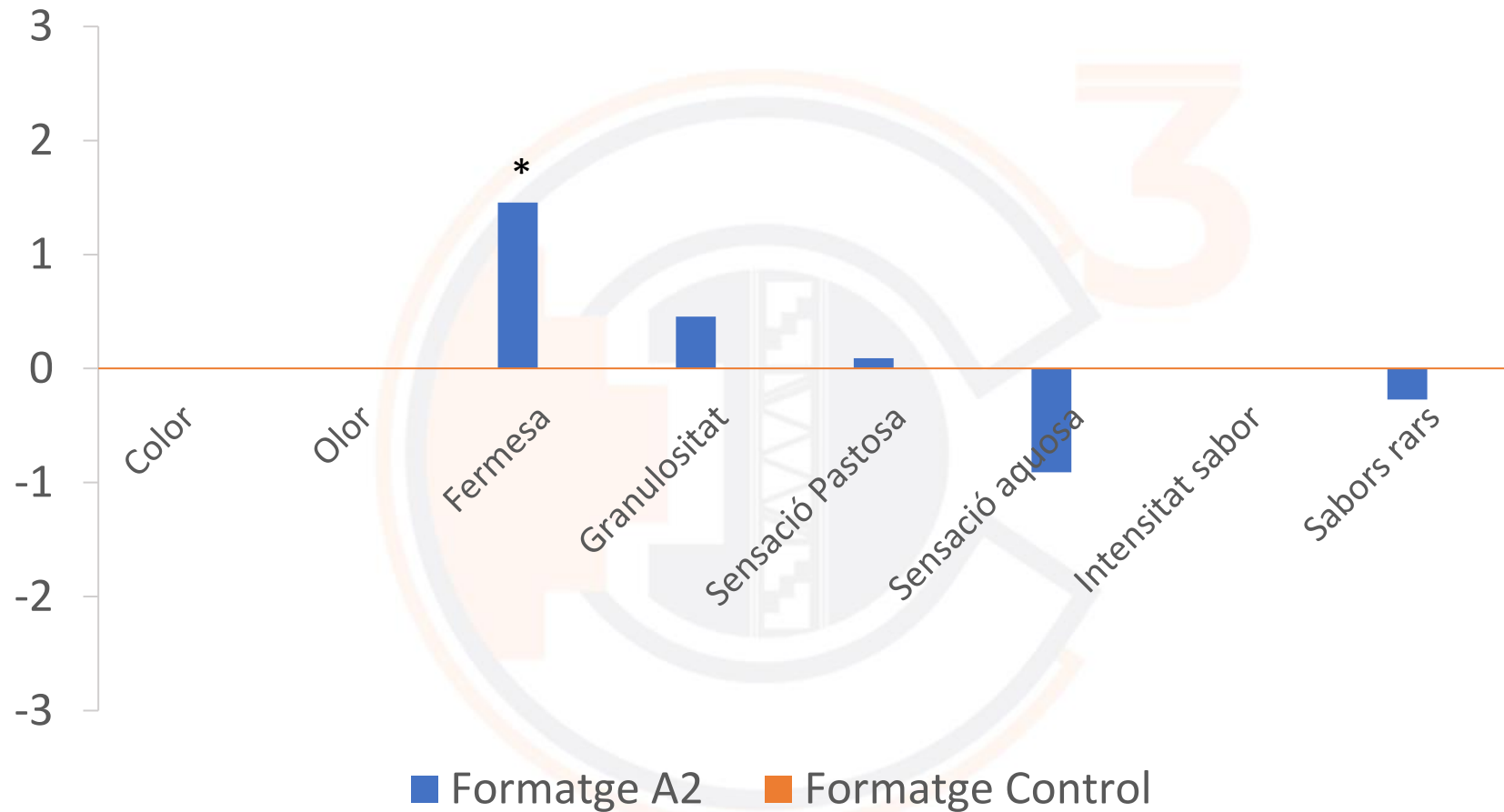
Impacte productiu, tecnològic i econòmic de produir llet A2

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

6. Sensorial

Formatge fresc

Panel expert



Els formatges A2 van ser avaluats com més fermes i amb una menor sensació aquosa que els formatges controls.

PLAANUAL 2024
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

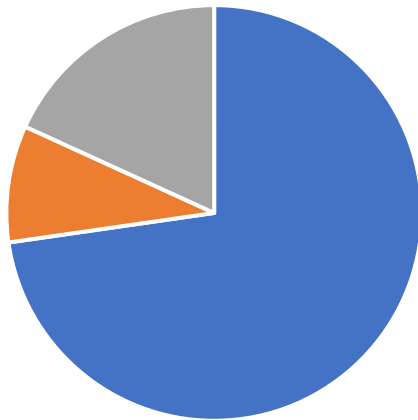
Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

6. Sensorial

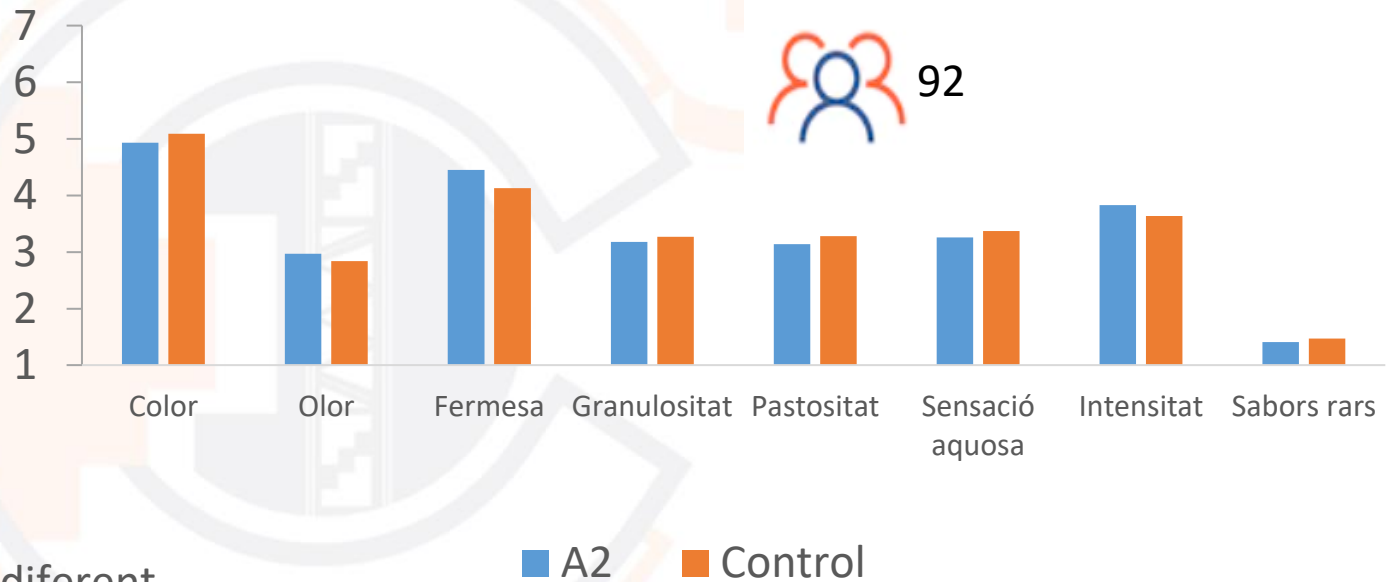
Formatge fresc

Panel consumidors

Preferència



■ Formatge A2 ■ Formatge Control ■ Indiferent



Els formatges A2 van ser avaluats com lleugerament més fermes i amb més intensitat de sabor que els formatges controls.

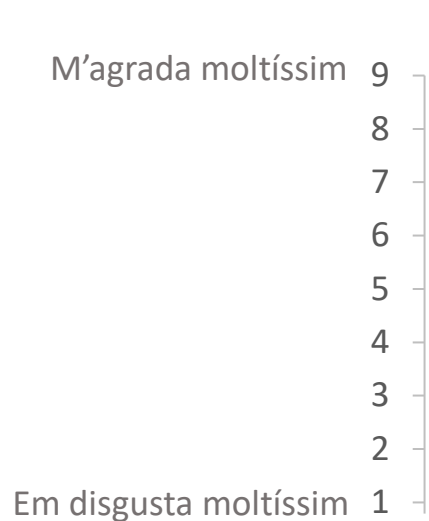
PLAANUAL 2024
DE TRANSPARÈNCIA TECNOLÒGICA

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Llet pasteuritzada

6. Sensorial



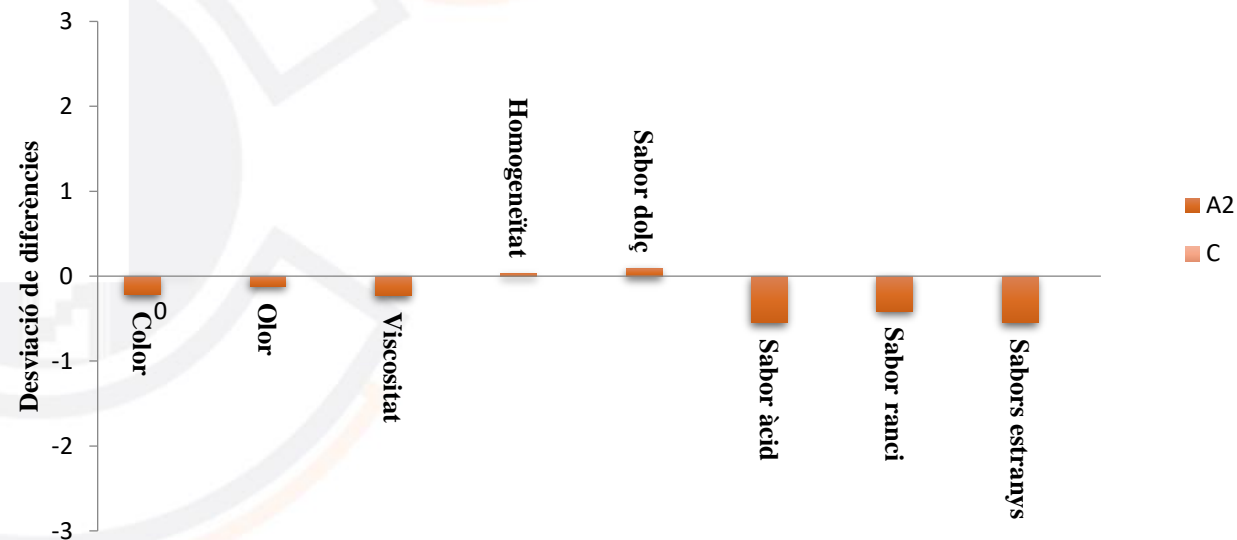
6,78



6,77



Acceptabilitat



Les llets pasteuritzades A2 van ser avaluades com lleugerament amb menys sabor àcid, ranci i estranys que les llets controls.

PLAANUAL 2024
DE TRANSPARÈNCIA TECNOLÒGICA

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

Conclusions

- ✓ La llet de tanc amb la variant genètica β -CN A2 presenta una aptitud cap al tractament tèrmic similar a la llet convencional contenint una mescla de les variants genètiques A1 i A2 de la β -CN
- ✓ La llet A2 presenta característiques de coagulació àcida i enzimàtica similars a la llet convencional
- ✓ Les llets, iogurts i formatges produïts únicament amb la variant genètica β -CN A2 presenten tan sols lleugeres diferències en algunes de les seves característiques fisicoquímiques i/o sensorials, en comparació amb els seus homòlegs produïts amb llet convencional
- ✓ Aquests resultats donen suport a la idoneïtat de la llet A2 per a produir llet i productes lactis amb característiques similars als produïts amb la llet convencional, permetent la producció de llet i productes lactis A2 en la indústria làctia utilitzant els mètodes convencionals.

Bibliografia

- ✓ Akalin, A. S., Unal, G., Dinkci, N., Hayaloglu, A. A. A., Akalin, A. S., Unal, G., Dinkci, N., & Hayaloglu, A. A. A. (2012). Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 3617–3628. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5297>
- ✓ Daniloski, D., Cunha, N. M. D., McCarthy, N. A., O'Callaghan, T. F., McParland, S., & Vasiljevic, T. (2021). Health-related outcomes of genetic polymorphism of bovine β -casein variants: A systematic review of randomised controlled trials. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 233–248. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.073>
- ✓ Daniloski, D., McCarthy, N.A., Huppertz, T., Vasiljevic, T. (2022). What is the impact of amino acid mutations in the primary structure of caseins on the composition and functionality of milk and dairy products? *Current Research in Food Science*, 5, 1701-1712. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.09.026>.
- ✓ Juan, B., Salama, A.A.K., Serhan, S., Such, X., Caja, G., Pont, L., Benavente, F., Guamis, B., Trujillo, A.J. (2024). Beta casein: Type A1 and A2 milk. In M. El-Bakry, B.M. Mehta (Eds), *Casein: Structural Properties, Uses, Health Benefits and Nutraceutical Applications*. Oxford: Academic Press Inc.
- ✓ Patel, S., Shah, T., Sabara, P., Bhatia, D., Panchal, K., Italiya, J., Koringa, P., & Rank, D. N. (2020). Understanding functional implication of β -casein gene variants in four cattle breeds characterized using AmpliSeq approach. *3 Biotech*, 10(9), 414. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02410-2>
- ✓ Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2004). Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4033–4041. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73544-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73544-4)

**Impacte productiu,
tecnològic i econòmic
de produir llet A2**

Jornada tècnica
Vic, dijous 23 de maig de 2024

GRÀCIES

Proyectos I+D+i -
Modalidades «Retos
Investigación» y «Generación
de Conocimiento»
(sin financiación FEDER)

 Antonio José Trujillo Mesa
 Toni.Trujillo@uab.cat
 +3493581 3292

Aquesta recerca ha comptat amb el suport de l'Agència Estatal de Recerca

(MCIN/AEI/10.13039/501100011033), amb el projecte PID2019-110752RB-100.

