



Cerveza sin alcohol: estrategias microbiológicas y fermentativas para su elaboración

VANESA POSTIGO HERRERO. DRA. CIENCIAS ALIMENTACIÓN
INVESTIGADORA EN AGROALIMENTACIÓN ESPECIALIZADA
EN CERVEZA. IMIDRA

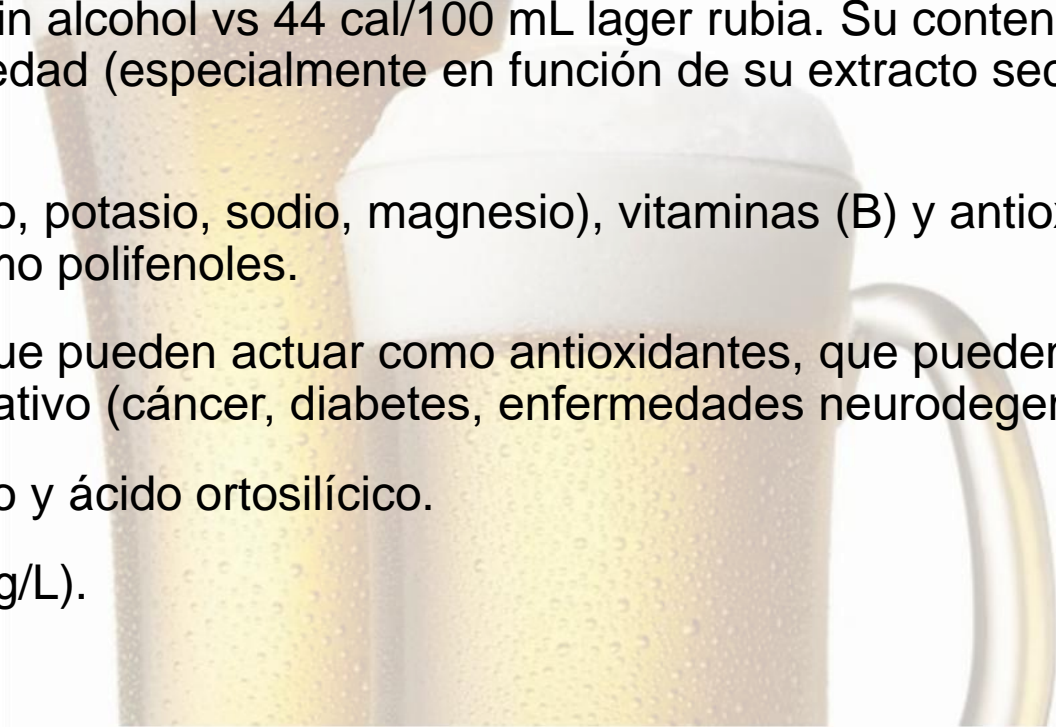
Introducción

- Primeras cervezas SIN en el mundo (1920-1932)
- Primeras cervezas SIN en ESPAÑA (1976)
- Cerveza SIN alcohol España (<1%)
- Cerveza 0,0% (<0,04%)



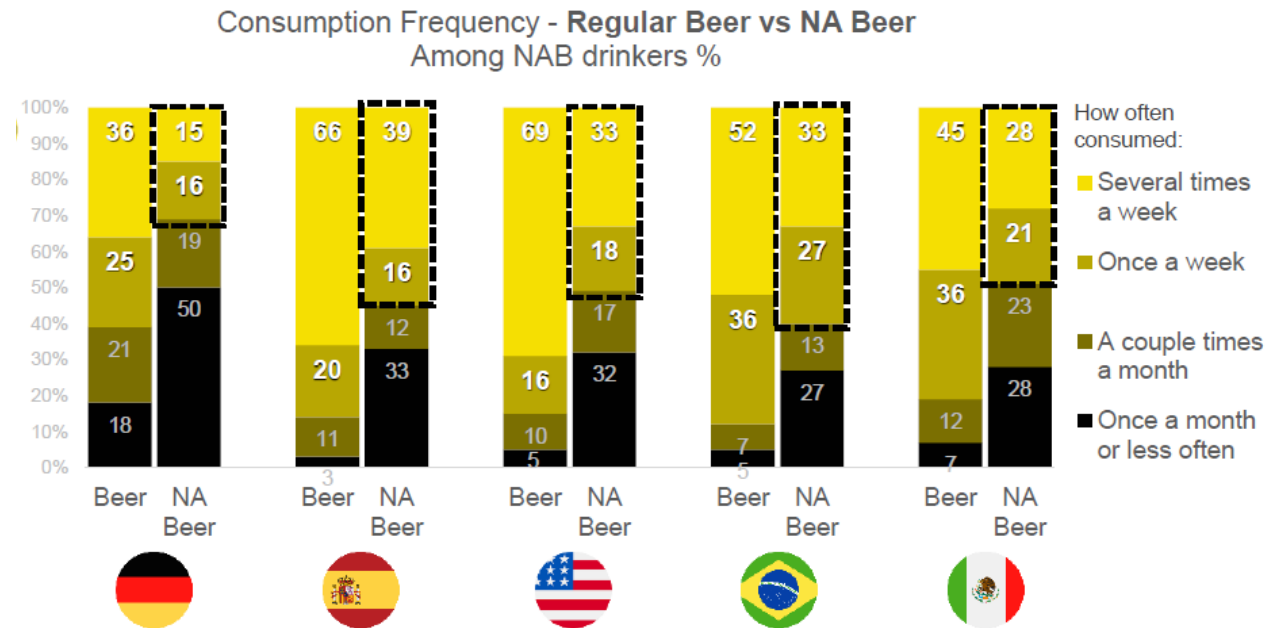
Características

- 22 cal/100 mL cerveza sin alcohol vs 44 cal/100 mL lager rubia. Su contenido en calorías final dependerá de cada variedad (especialmente en función de su extracto seco primitivo o del grado alcohólico).
- Posee minerales (selenio, potasio, sodio, magnesio), vitaminas (B) y antioxidantes presentes en sus materias primas. Así como polifenoles.
- Compuestos fenólicos que pueden actuar como antioxidantes, que pueden prevenir enfermedades asociadas al estrés oxidativo (cáncer, diabetes, enfermedades neurodegenerativas...).
- Fuente de silicio dietético y ácido ortosilícico.
- Fuente de fibra (0,4-6,2 g/L).

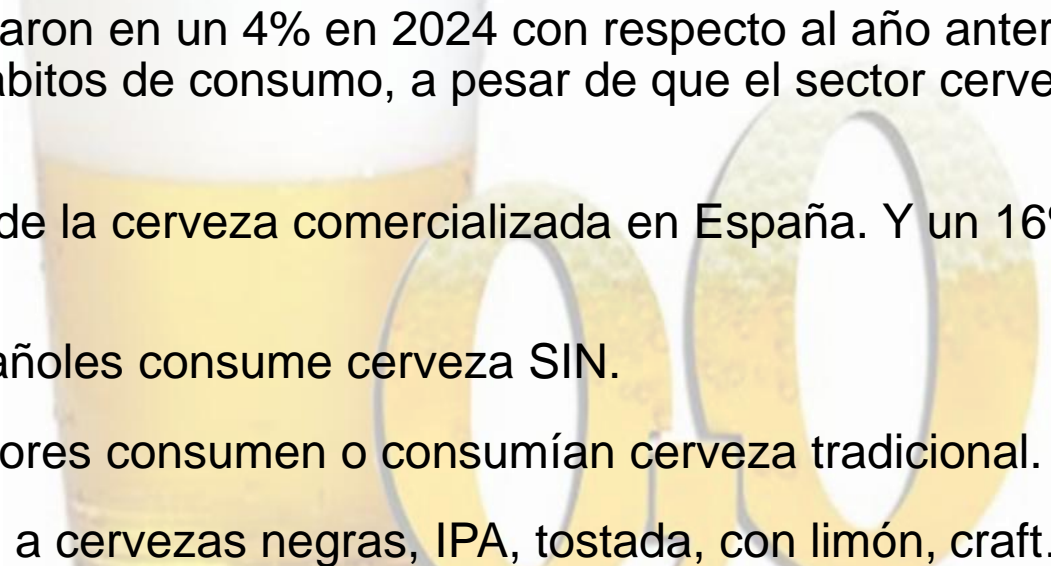


Mercado

- España es líder en la producción y consumo de cerveza SIN.



Mercado

- 
- Sus ventas se incrementaron en un 4% en 2024 con respecto al año anterior, lo que indica un cambio en la tendencia de los hábitos de consumo, a pesar de que el sector cervecero sufrió una desaceleración.
 - Supone el 14% del total de la cerveza comercializada en España. Y un 16% de la consumida en el hogar.
 - Uno de cada cuatro españoles consume cerveza SIN.
 - El 90% de sus consumidores consumen o consumían cerveza tradicional.
 - Cada vez más extendida a cervezas negras, IPA, tostada, con limón, craft...

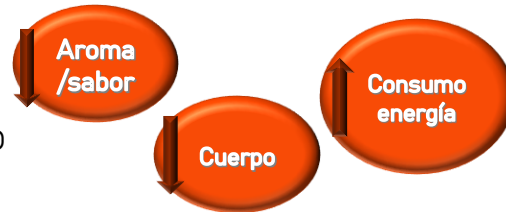
Cerveza sin alcohol. Métodos de obtención

Métodos físicos



Termal

- Destilación en vacío
- Evaporación



Membrana

- Diálisis
- Ósmosis inversa

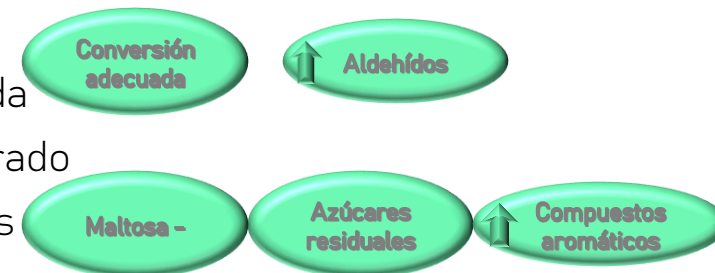


Métodos biológicos



Tradicionales

- Fermentación limitada
- Cambios en el macerado
- Levaduras especiales



Equipos especiales

- Fermentación continúa



OMG

Cerveza sin alcohol. Métodos de obtención

Estrategias microbiológicas



Estrategias fermentativas

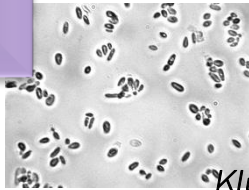
Fermentación con
aireación:

- Respiración
- Fermentación
secuencial para reducir
el contenido de alcohol



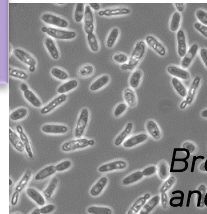
Cerveza sin alcohol. Estrategias microbiológicas

Maltosa -
POF -
Acidez



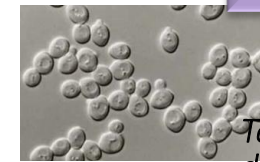
Kluyveromyces marxianus/lactis

Maltosa +
POF +



Brettanomyces anomalus

Maltosa +/-
POF -



Torulaspora delbrueckii

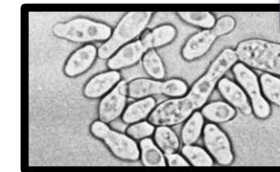
Maltosa +
POF +



Brettanomyces bruxellensis

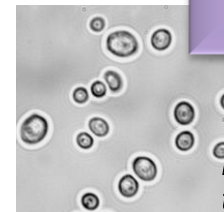


Maltosa -
POF -



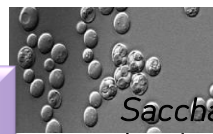
Saccharomycodes ludwigii

Maltosa +/-
POF -
Acidez



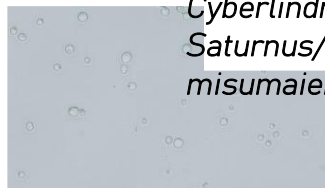
Lachancea thermotolerans

Maltosa
asimilación lenta
POF +



Saccharomyces jurei

Sólo
Glucosa +



Cyberlindnera saturnus/Cyberlindnera misumaiensis

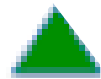
Impacto sobre >70% de los compuestos aromáticos

Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

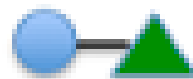
- Fermentación azúcares simples



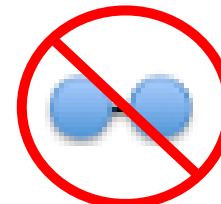
Glucosa



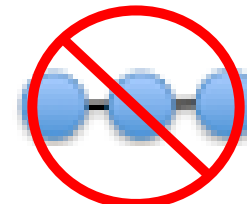
Fructosa



Sacarosa



Maltosa



Maltotriosa

- Mejora características organolépticas



Ésteres



Aromas/sabores



- Reducción sabor mosto



Acetaldehído



DMS



Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- Producción compuestos saludables



Melatonina



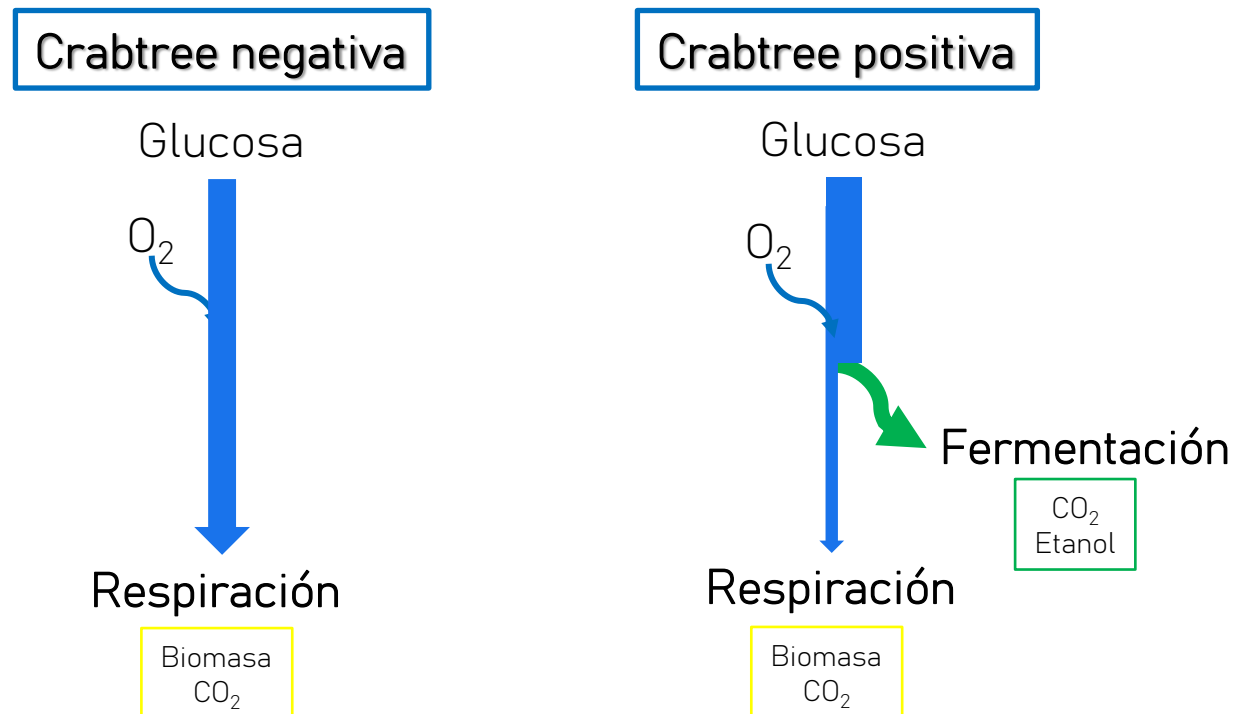
Polifenoles



Capacidad antioxidante

Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

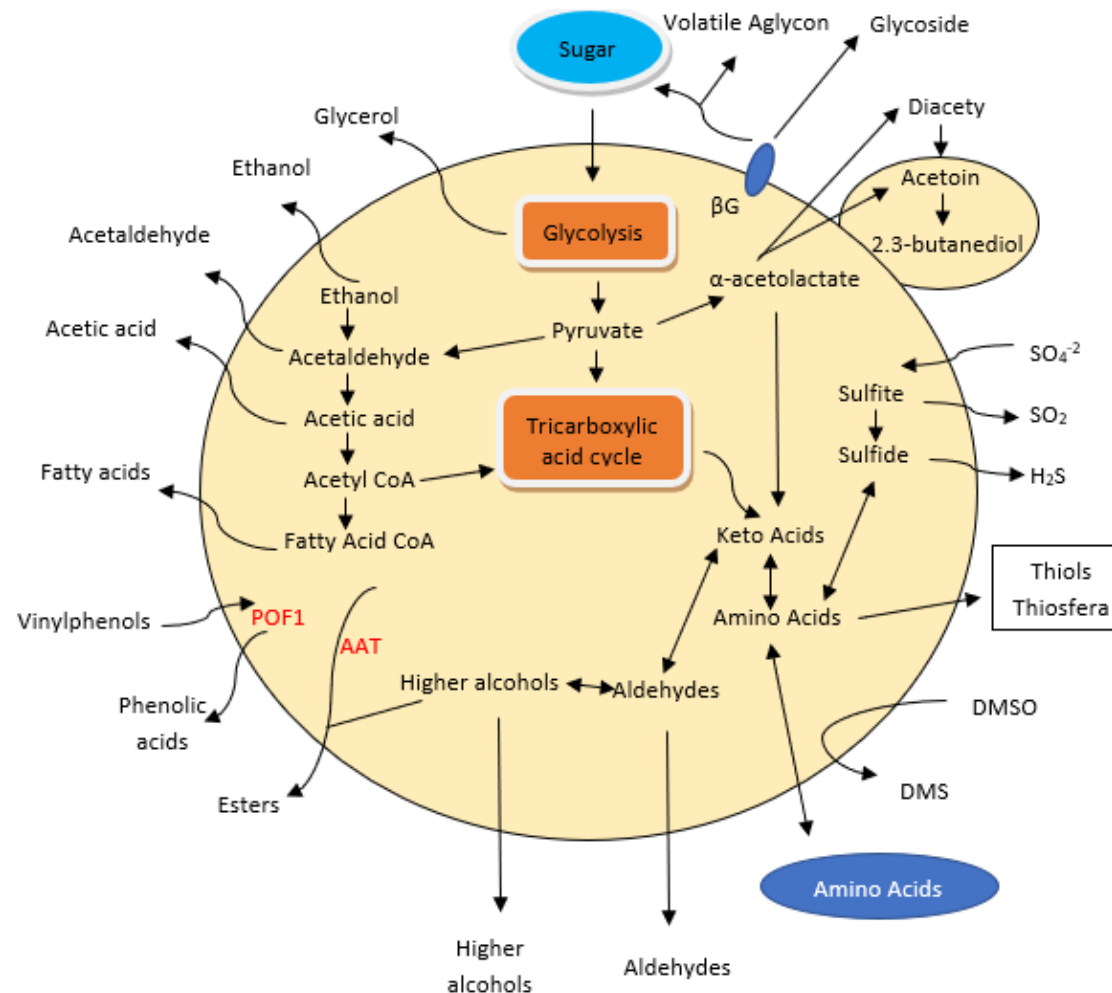
- Fermentación/Respiración**



Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

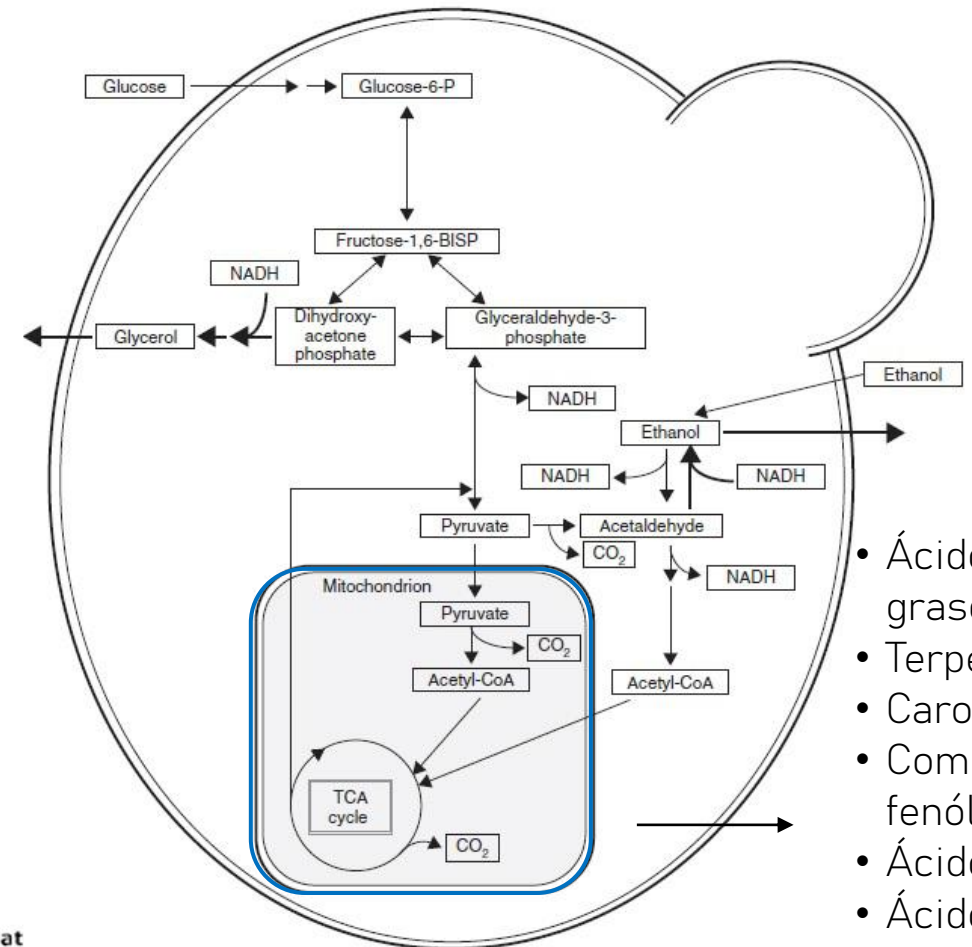
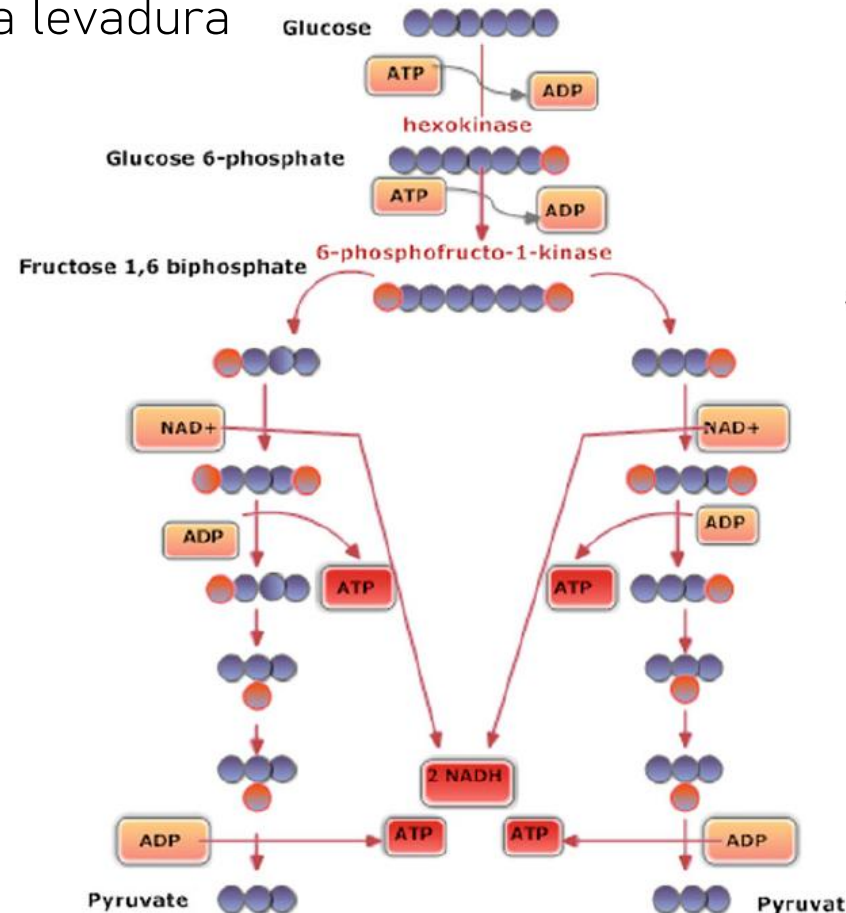
- Metabolismo de la levadura

FERMENTACIÓN



Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

- Metabolismo de la levadura



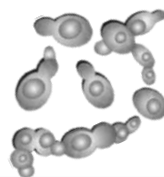
RESPIRACIÓN

- Ácidos grasos
- Terpenoides
- Carotenoides
- Compuestos fenólicos
- Ácido cítrico
- Ácido succínico

Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

- **Fermentación secuencial para reducir el contenido de alcohol**

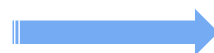
No- *Saccharomyces* *Saccharomyces* o
No- *Saccharomyces*



18°C
Aireación



4-5 días



Fin fermentación

- Competencia entre especies
- Utilización diferentes sustratos



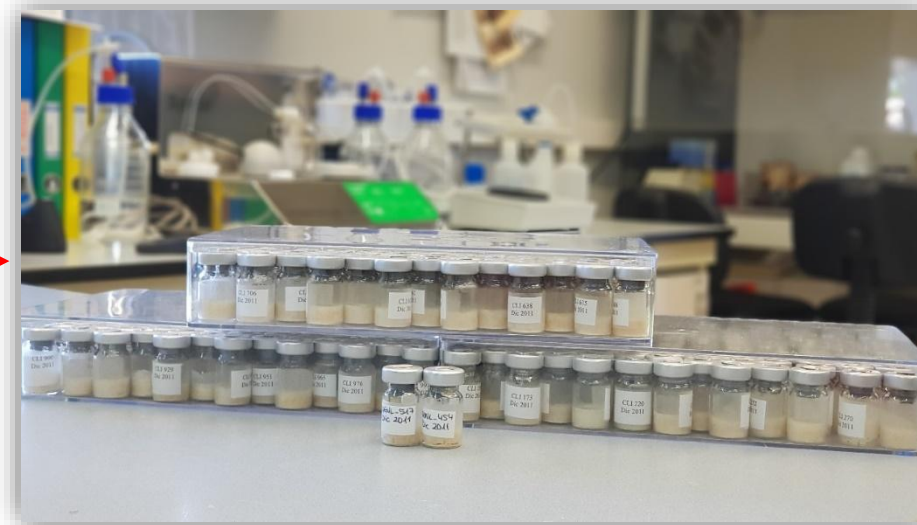
- Menor contenido de alcohol
- Variación contenido azúcares

Antecedentes

- FP16-Elaboración de cerveza artesana (2016-2018).
- Doctorado Industrial IND2017/BIO7787: "Aplicación de levaduras autóctonas a la elaboración de nuevas cervezas biosaludables en la Comunidad de Madrid" (2018-2021)
- FP22-CERVEZAM: "Elaboración de una cerveza 100% madrileña con todos los ingredientes procedentes de la Comunidad de Madrid" (2022-2023).
- FP24-BIOCERV: "Cerveza biosaludable sin alcohol: diseño y validación del protocolo de elaboración con levaduras y lúpulo autóctonos".

Antecedentes

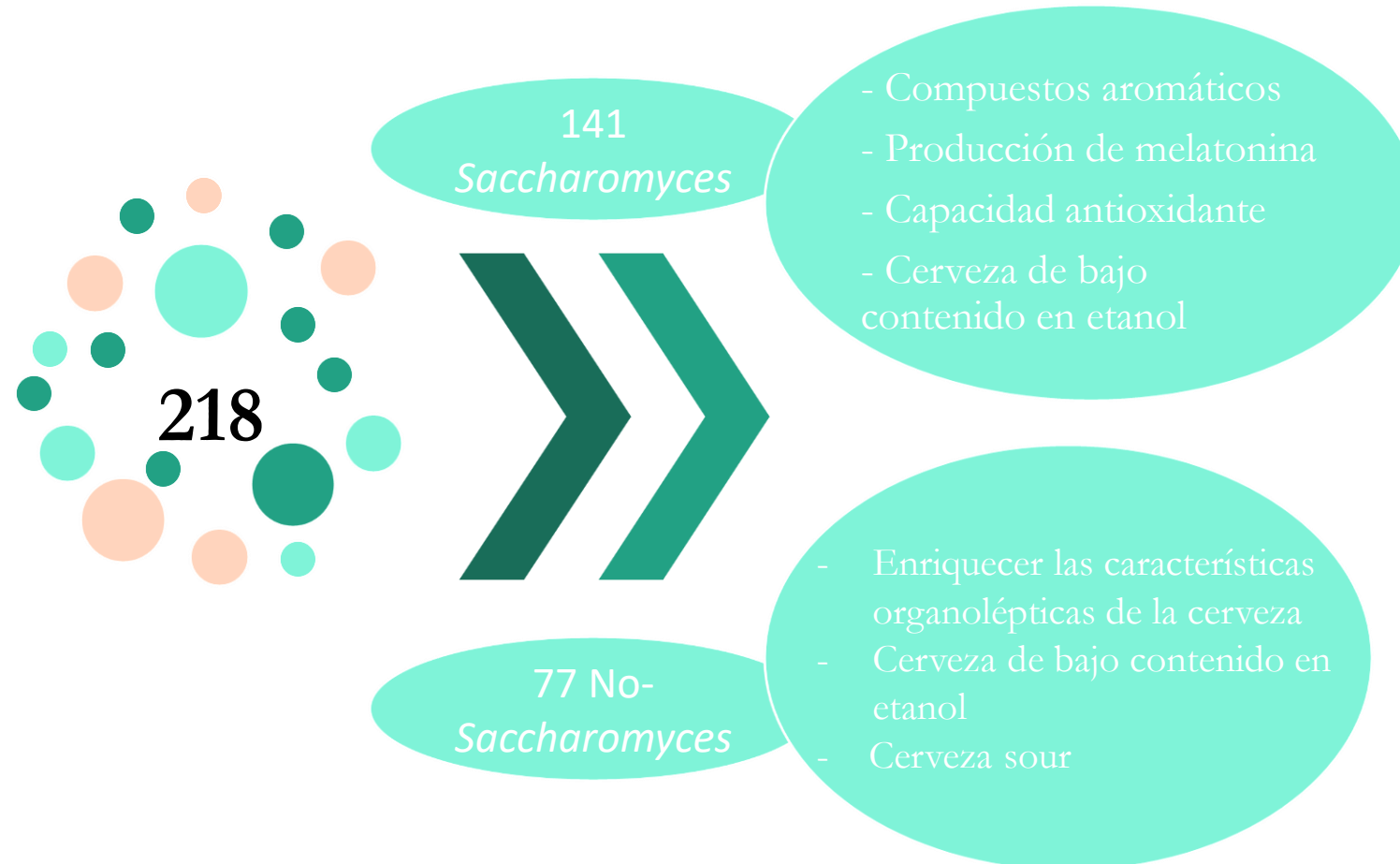
Colección de levaduras del IMIDRA de la D.O. "Vinos de Madrid".



Conservación en
glicerol a -80°C

Saccharomyces → 1200 cepas
No-Saccharomyces → 2000 cepas

Antecedentes



Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- **Levaduras no convencionales**

23 especies

Especies ensayadas

Wickerhamomyces anomalus
Hanseniaspora vineae
Rhodotorula mucilaginosa
Torulaspota delbrueckii
Metschnikowia pulcherrima
Hanseniaspora guilliermondii
Saccharomyces ludwigii
Hanseniaspora valbyensis
Pichia manshurica
Zygosaccharomyces bailii

Schizosaccharomyces pombe
Pichia membranefaciens
Lachancea thermotolerans
Endomyces fibuligera
Starmerella stellata
Pichia kudriavzevii
Candida apicola
Simplicillium chinense
Candida sorbosa

Saccharomyces cerevisiae
Saccharomyces cerevisiae var.
chevalieri
Pichia galeiformes
Pichia fermentans

Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

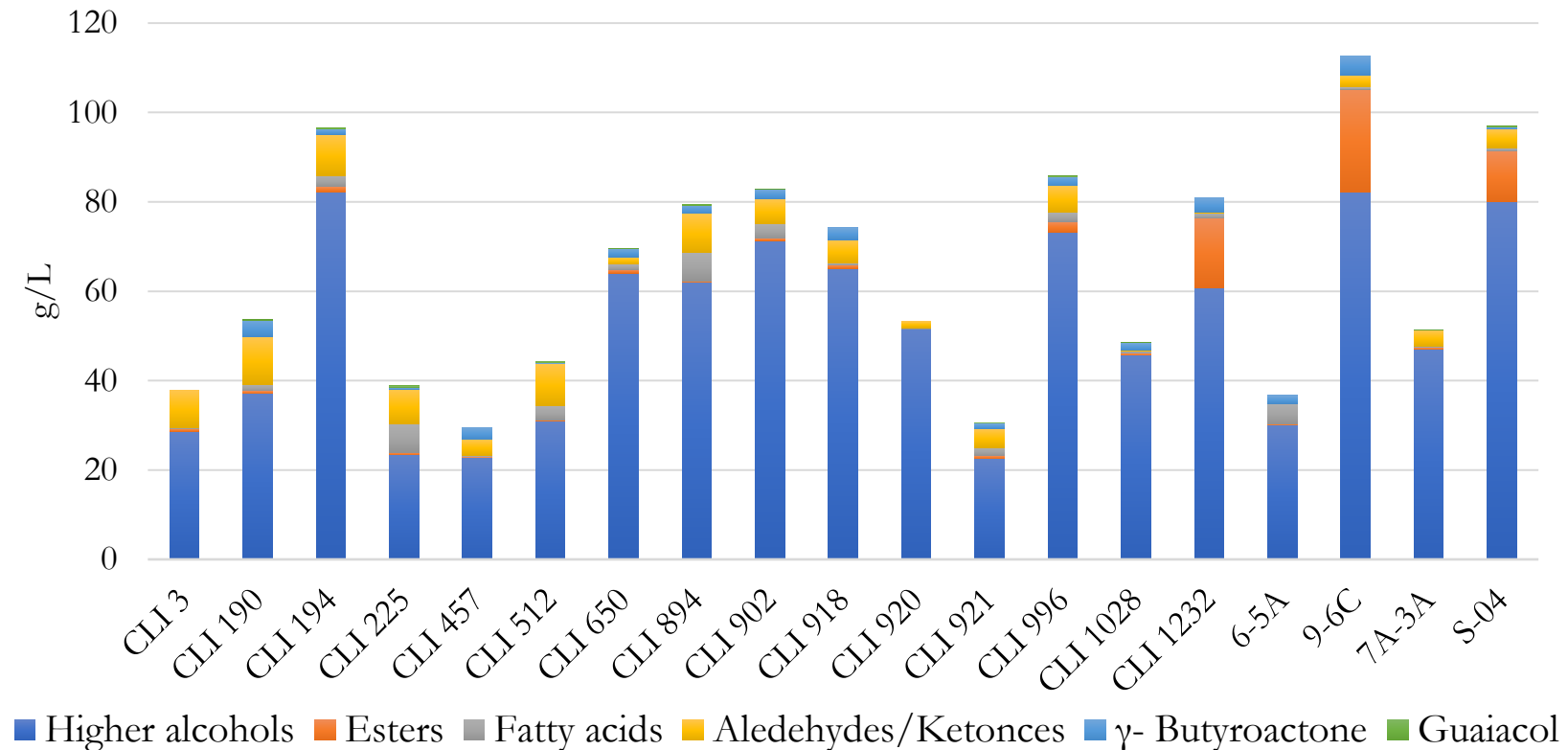
- **Levaduras no convencionales**



Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- Levaduras no convencionales**

Mejorar características organolépticas



Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- **Levaduras no convencionales**

Contenido de melatonina

Saccharomyces
5-56,5 ng/mL

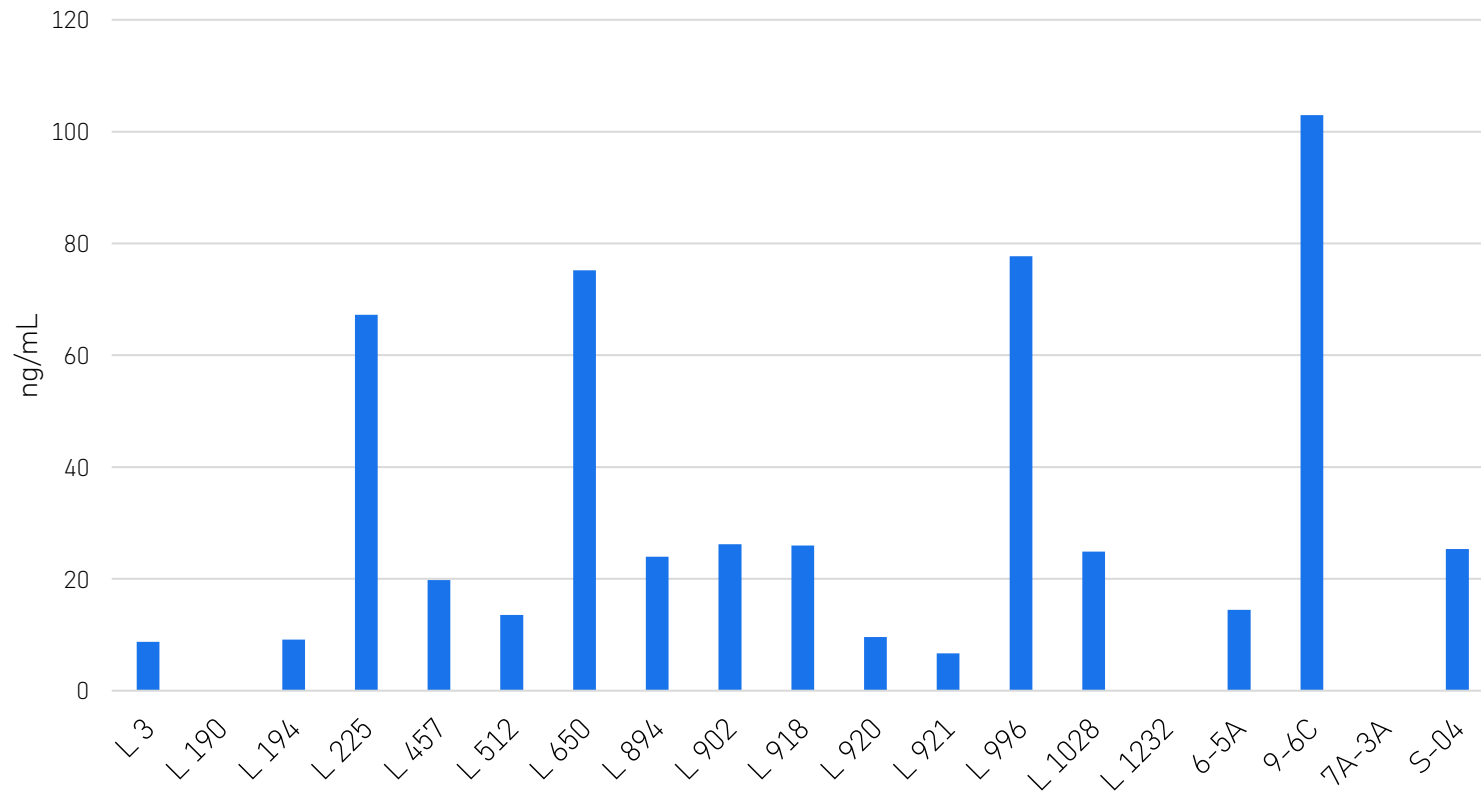
Non-Saccharomyces
8,7-102,9 ng/mL

Sample	Melatonin
	174.2/216.2
Pure melatonin standard	14.0 ± 2.0
Walnut	15.1 ± 0.3
Green coffee	15.5 ± 0.3
Tomato	14.2 ± 0.1
Sour cherry	nd
Bread (crumb)	14.0 ± 0.6
Bread (crust)	15.3 ± 0.8
Beer	14.9 ± 0.4
Red wine	nd

Kocadagli et al. (2014)

Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- Levaduras no convencionales**



Contenido de melatonina



Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- Levaduras no convencionales**



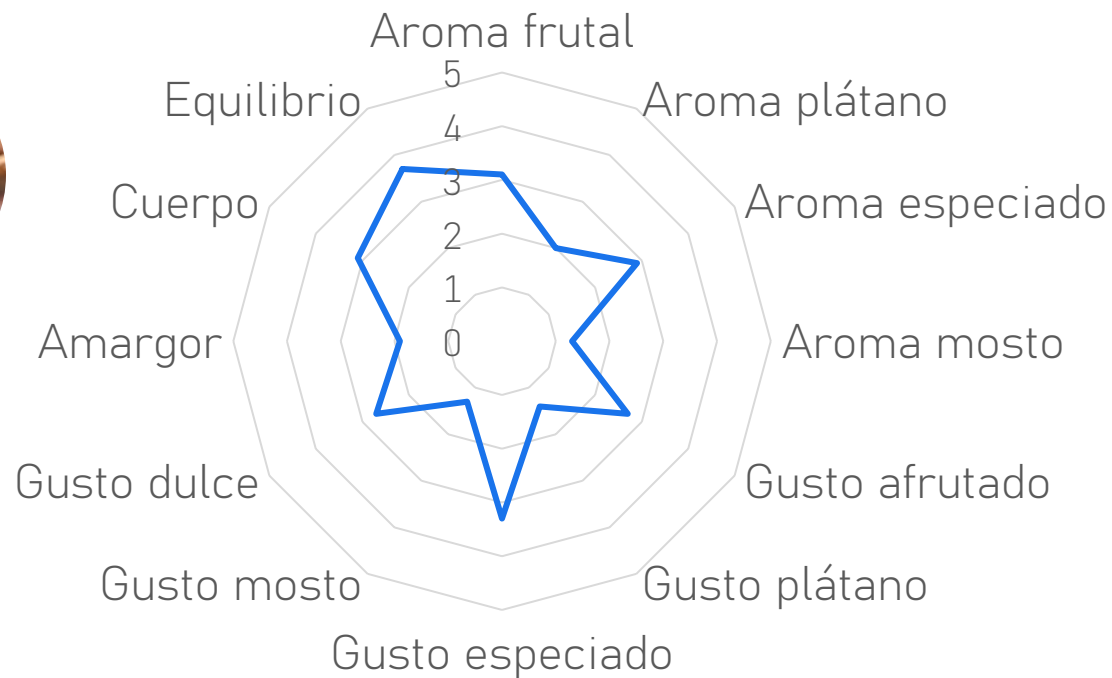
Capacidad antioxidante

Cerveza Lager	Cerveza Ale
0,42-7,72 mmol TE/L	0,76-10,51 mmol TE/L

Cerveza sin alcohol: Estrategias microbiológicas

- Levaduras no convencionales**

Maltosa -



CLI 1028 *W. anomalous*

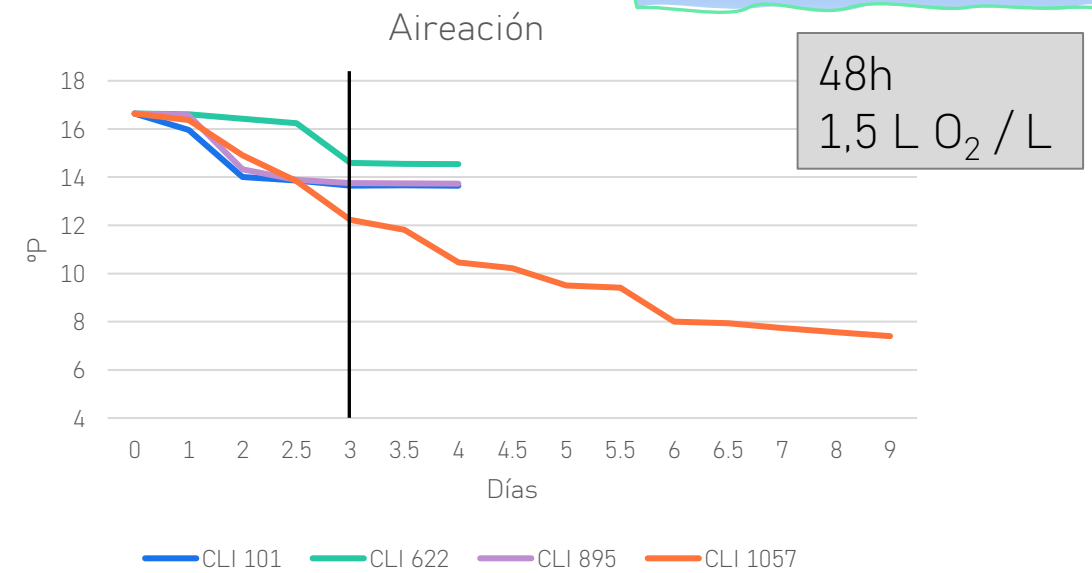
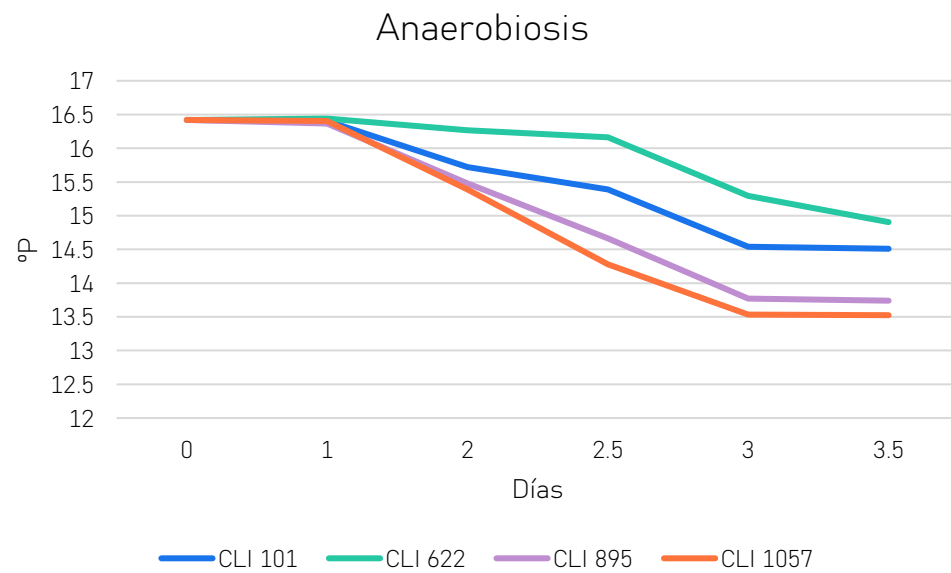
Alcohol: 1,3 % v/v
(11°P)
Glicerol: 1,2 g/L

Capacidad antioxidante:
13,5 mmol TE/L

Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

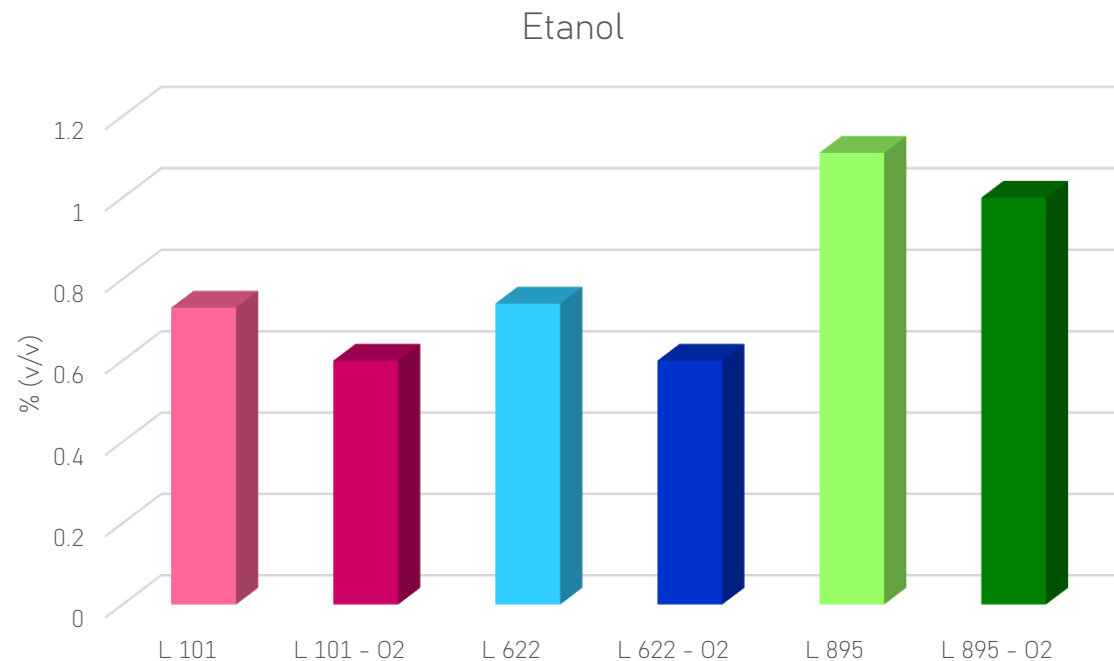
- Fermentación con aireación**

CLI 101 *M. pulcherrima*
 CLI 622 *Z. bailii*
 CLI 895 *T. delbrueckii*
 CLI 1057 *S. cerevisiae*



Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

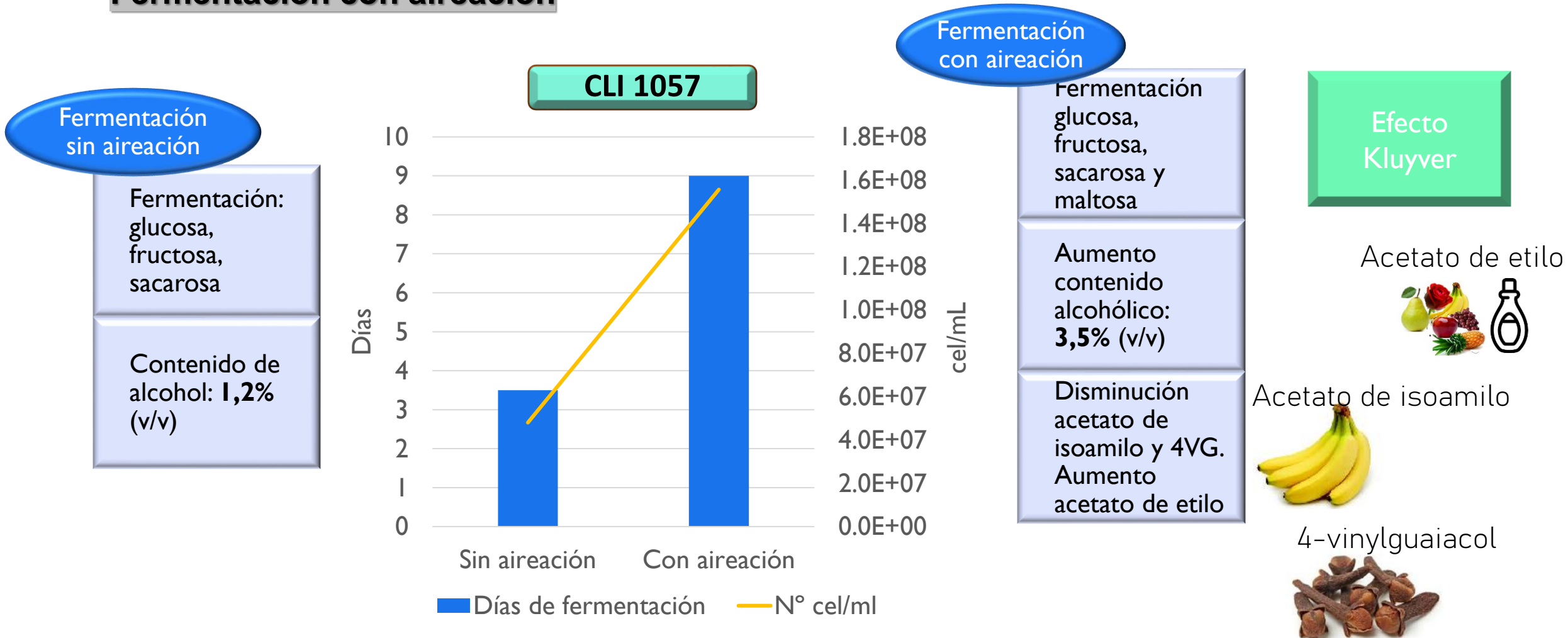
- **Fermentación con aireación**



- Fermentación anaerobia:
0,73 – 1,11 % (v/v)
- Fermentación aerobia:
0,6 – 1 % (v/v)

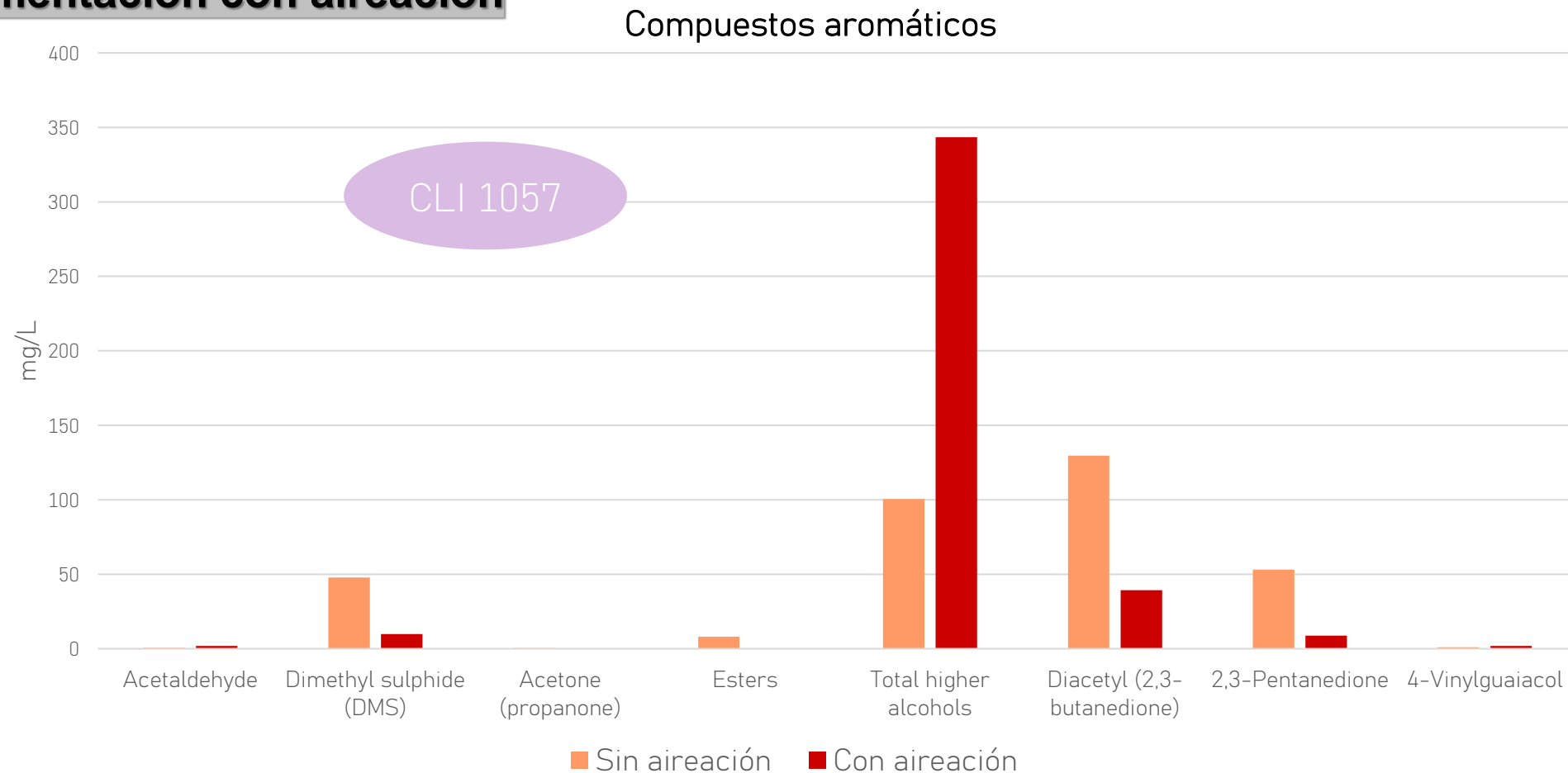
Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

- Fermentación con aireación



Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

- Fermentación con aireación**



Cerveza sin alcohol: Estrategias fermentativas

- Fermentación secuencial para reducir el contenido de alcohol**

Yeast strains	Trial	Residual fermentable sugars (g L ⁻¹)				Glycerol (g L ⁻¹)	Ethanol % (v/v)
		Maltotriose	Maltose	Glucose	Fructose		
CLI 3	PC	13.68 ± 0.00 ^a	63.80 ± 0.22 ^a	0.25 ± 0.02	1.02 ± 0.00 ^a	1.21 ± 0.01 ^f	0.62 ± 0.17 ^e
	SC	11.05 ± 2.33 ^{abc}	1.16 ± 0.10 ^e	0.23 ± 0.02	0.17 ± 0.00 ^b	4.28 ± 0.40 ^a	5.28 ± 0.10 ^b
CLI 194	PC	13.71 ± 0.45 ^a	60.91 ± 0.09 ^{bc}	0.55 ± 0.59	0.77 ± 0.06 ^{ab}	1.15 ± 0.06 ^f	0.73 ± 0.01 ^{de}
	SC	4.37 ± 3.07 ^{bcde}	0.96 ± 0.41 ^e	0.52 ± 0.30	0.16 ± 0.01 ^b	3.55 ± 0.21 ^{bcd}	5.58 ± 0.38 ^b
CLI 457	PC	13.74 ± 0.02 ^a	64.26 ± 0.23 ^a	0.17 ± 0.01	0.24 ± 0.00 ^b	1.26 ± 0.01 ^f	0.62 ± 0.03 ^e
	SC	2.75 ± 1.12 ^{cde}	1.77 ± 0.12 ^e	0.17 ± 0.03	0.16 ± 0.00 ^b	4.17 ± 0.02 ^a	5.67 ± 0.17 ^b
CLI 512	PC	12.03 ± 0.24 ^{ab}	59.11 ± 1.94 ^c	0.12 ± 0.01	0.24 ± 0.00 ^b	1.12 ± 0.04 ^f	0.61 ± 0.01 ^e
	SC	9.34 ± 5.43 ^{abcd}	1.34 ± 0.44 ^e	0.18 ± 0.02	0.18 ± 0.01 ^b	3.88 ± 0.27 ^{ab}	5.11 ± 0.25 ^b
CLI 691	PC	13.01 ± 0.14 ^a	63.16 ± 0.89 ^{ab}	0.63 ± 0.01	0.15 ± 0.02 ^b	1.34 ± 0.01 ^f	0.63 ± 0.01 ^e
	SC	10.83 ± 2.16 ^{abc}	1.63 ± 0.07 ^e	0.12 ± 0.03	0.16 ± 0.00 ^b	3.79 ± 0.09 ^{abc}	5.23 ± 0.12 ^b
CLI 902	PC	13.35 ± 0.12 ^a	63.94 ± 0.46 ^a	0.14 ± 0.01	0.26 ± 0.00 ^b	1.21 ± 0.14 ^f	1.24 ± 0.03 ^d
	SC	1.28 ± 0.01 ^e	1.31 ± 0.04 ^e	0.16 ± 0.01	0.14 ± 0.01 ^b	3.54 ± 0.06 ^{bcd}	5.18 ± 0.01 ^b
CLI 1028	PC	15.97 ± 0.47 ^a	59.06 ± 0.25 ^c	0.14 ± 0.02	0.24 ± 0.01 ^b	1.08 ± 0.09 ^f	1.25 ± 0.00 ^d
	SC	2.09 ± 0.06 ^{de}	1.74 ± 0.09 ^e	0.13 ± 0.00	0.15 ± 0.00 ^b	2.57 ± 0.15 ^e	5.18 ± 0.23 ^b
7A-3A	PC	11.58 ± 0.31 ^{abc}	59.53 ± 0.22 ^c	0.12 ± 0.00	0.65 ± 0.00 ^{ab}	1.28 ± 0.03 ^f	0.99 ± 0.01 ^{de}
	SC	11.59 ± 0.04 ^{abc}	45.31 ± 2.43 ^d	0.13 ± 0.02	0.22 ± 0.04 ^b	2.81 ± 0.36 ^{de}	2.15 ± 0.20 ^c
S-04	PC	1.37 ± 0.04 ^e	1.55 ± 0.01 ^e	0.11 ± 0.01	0.20 ± 0.04 ^b	2.89 ± 0.00 ^e	5.93 ± 0.58 ^a

18°C
Aireación 5 días

No- *Saccharomyces* → *S. cerevisiae* (S-04)

S-04: 5,93 % (v/v)
Cultivo secuencial: 5,11 – 5,67 % (v/v)
7A-3A: 2,15 % (v/v)

Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- **Fermentación con aireación**



Fermentación Anaerobia



48h
6 L O₂ / L

Fermentación Aerobia

Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- **Fermentación con aireación**

19 maltosa -

28 Cepas
ensayadas
en 100 mL

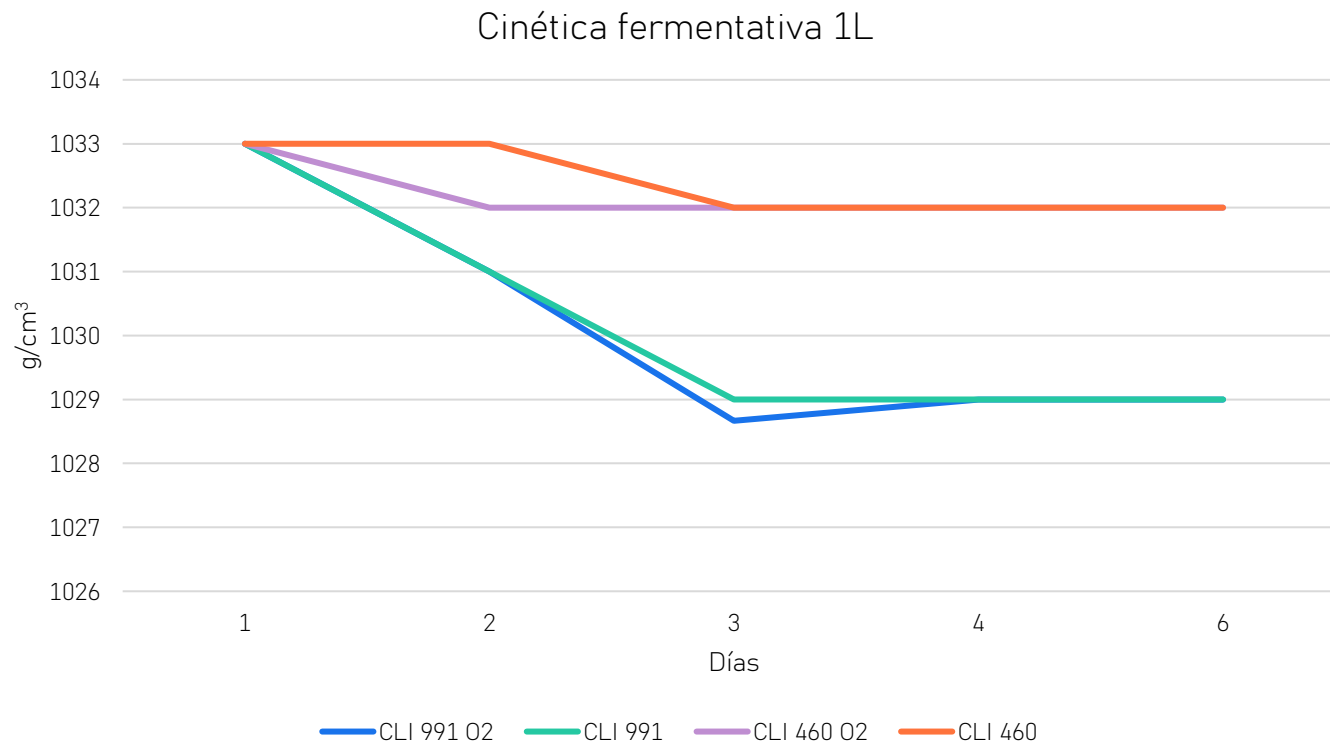
19 Cepas
a ensayar
en 1 L

5 cepas a
ensayar
en 20 L

S. Cerevisiae
T. Delbrueckii
W. Anomalus
P. Galeiformes
Z. Bailii
P. Fermentans
P. Kudriavzevii
S. Cerevisiae
chevalieri

Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- Fermentación con aireación**



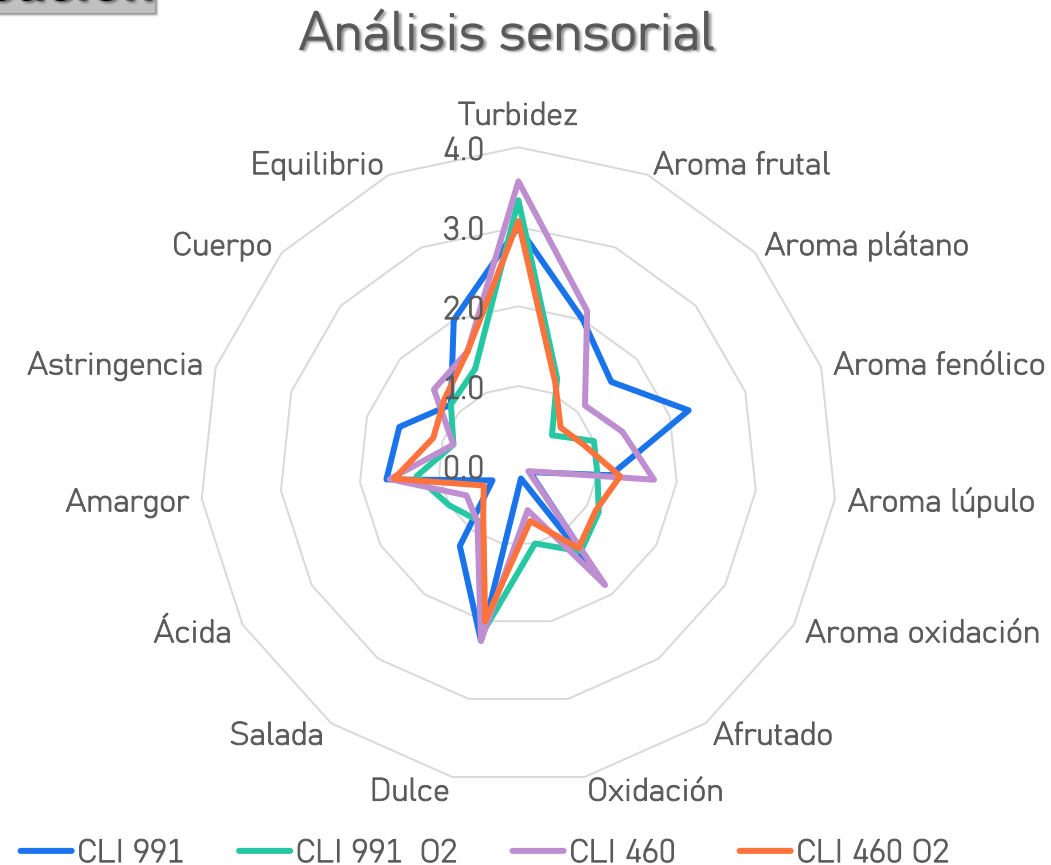
CLI 991 *S. cerevisiae*
 CLI 460 *M. pulcherrima*

Etanol % (v/v)

	O ₂	Anaerobio
CLI 991	0,71	0,71
CLI 460	0,30	0,26

Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- **Fermentación con aireación**



Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- Fermentación con aireación

	Amargor (IBU)	Color (EBC)	Ácido láctico (mg/L)	SO ₂ (mg/L)
CLI 991 O ₂	10.2	7.3	188.7	<1
CLI 991	10.7	6.7	205.3	1.2
CLI 460 O ₂	8.4	7.0	197.5	1.15
CLI 460	8.8	9.0	180.0	1.1

Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- **Fermentación con aireación**

CLI 991 *S. cerevisiae*
Anaerobio: 0,47 mmol TE/L
O₂: 0,52 mmol TE/L

CLI 460 *M. pulcherrima*
Anaerobio: 0,61 mmol TE/L
O₂: 0,53 mmol TE/L

Capacidad antioxidante

Cerveza Lager	Cerveza Ale
0,42-7,72 mmol TE/L	0,76-10,51 mmol TE/L





Cerveza sin alcohol: Primeros resultados

- **Fermentación secuencial para reducir el contenido de alcohol**



Article

Sequential Non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces cerevisiae* Fermentations to Reduce the Alcohol Content in Wine

Margarita García ¹, Braulio Esteve-Zarzoso ², Juan Mariano Cabellos ¹ and Teresa Arroyo ^{1,*}

¹ Department of Food and Agricultural Science, IMIDRA, 28800 Alcalá de Henares, Spain; margarita_garcia_garcia@madrid.org (M.G.); juan.cabellos@madrid.org (J.M.C.)

² Department of Chemistry and Biotechnology, Rovira i Virgili University, 43007 Tarragona, Spain; braulio.esteve@urv.cat

* Correspondence: teresa.arroyo@madrid.org; Tel.: +34-918-879-486

CLI 68, CLI 460
Metschnikowia pulcherrima



Vanesa Postigo Herrero. Dra. Ciencias de la Alimentación
Investigadora en agroalimentación especializada en cerveza. IMIDRA
vanesa.postigo@madrid.org