

Evaluación de la adición de germinados de lenteja (*Lens culinaris*) al suero de leche para obtener una bebida biofortificada con zinc

Lascano Ojeda, Daniel Andrés

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cevallos

04 de septiembre de 2023



INTRODUCCIÓN



Objetivo general

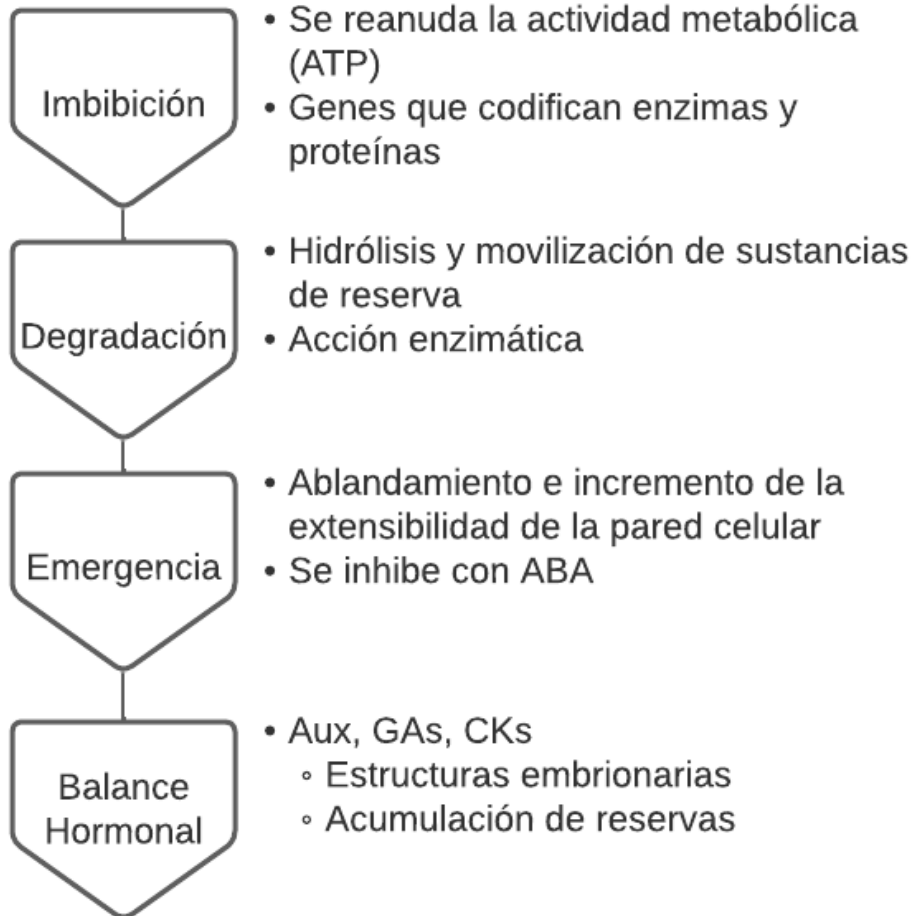
Evaluar el efecto de la adición de germinados de lenteja (*Lens culinaris*) al suero de leche para obtener una bebida biofortificada con zinc

Objetivos específicos

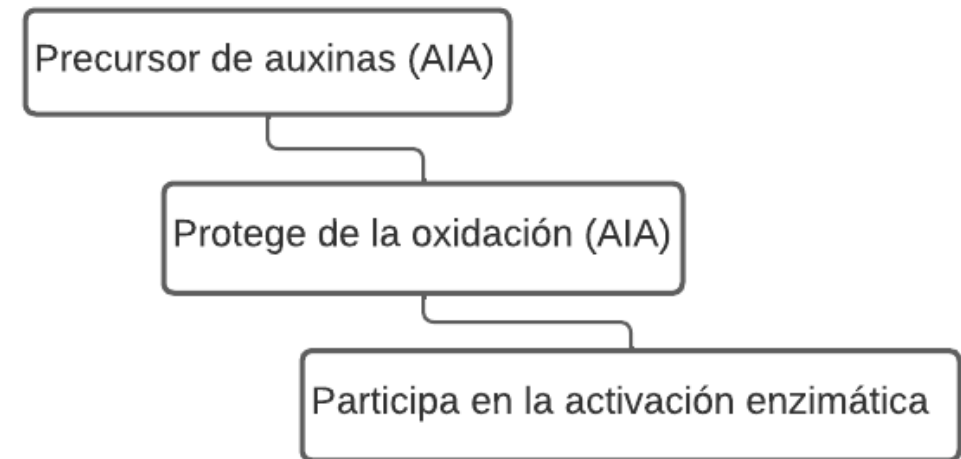
- Obtener el germinado de lenteja biofortificado mediante impregnación de zinc (0 μM , 25 μM , 50 μM , 75 μM y 100 μM) en la semilla para su aplicación tecnológica.
- Liofilizar y pulverizar los germinados para la elaboración de la bebida biofortificada con zinc.
- Determinar la vida útil del producto mediante pruebas de estantería y evaluación organoléptica
- Determinar la cantidad de zinc residual en el producto terminado

REVISIÓN DE LITERATURA

Proceso de germinación

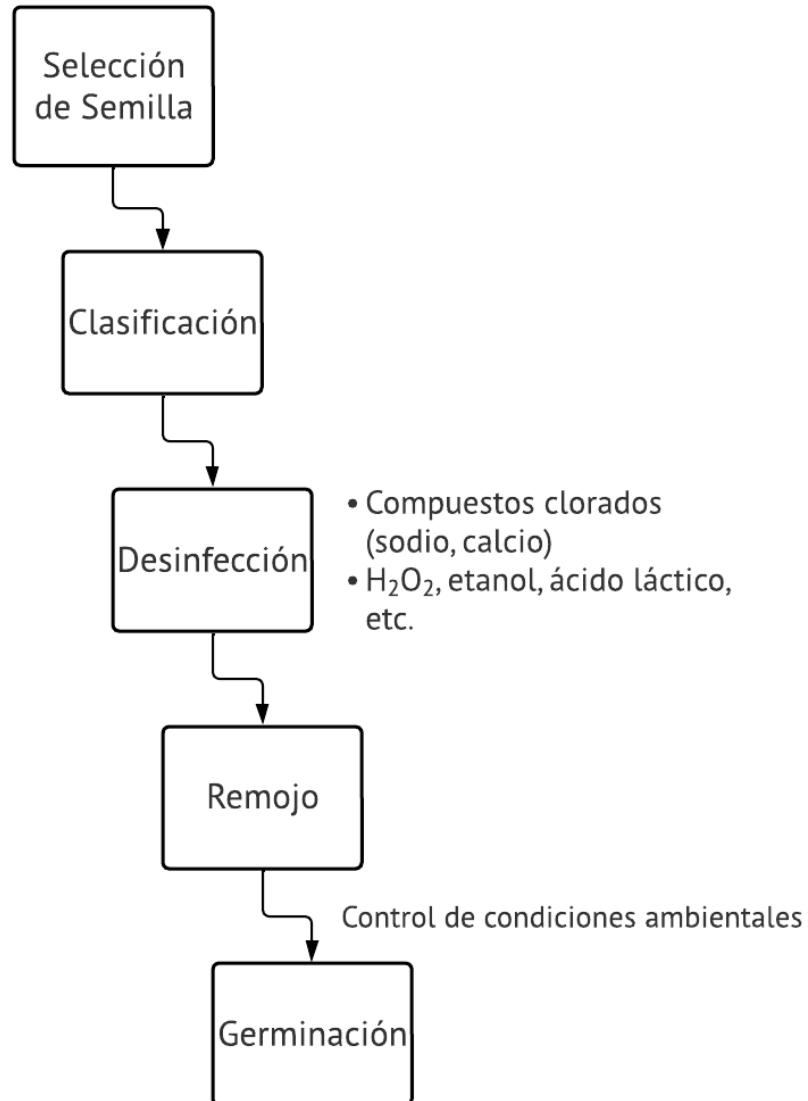


El zinc en la germinación



REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de germinados



Composición nutricional germinados de lenteja

Nutriente	Cantidad en cada 100 gramos	Porcentaje en la dieta diaria
Vitaminas		
Tiamina (Vitamina B1)	0.228 mg	19 %
Riboflavina (Vitamina B2)	0.128 mg	10 %
Niacina (Vitamina B3)	1.128 mg	7 %
Ácido pantoténico (Vitamina B5)	0.578 mg	12 %
Vitamina B6	0.190 mg	11 %
Folato, DFE (Vitamina B9)	100 µg	25 %
Vitamina C (Ácido ascórbico)	16.5 mg	18 %
Carbohidratos	22.14 g	8 %
Proteína	8.96 g	18 %
Minerales		
Cobre	0.35 mg	39 %
Fósforo	173 mg	14%
Hierro	3.21 mg	18 %
Magnesio	37 mg	9 %
Manganeso	0.506 mg	22 %
Potasio	322 mg	7 %
Zinc	1.51 mg	14%

REVISIÓN DE LITERATURA

Funciones del zinc

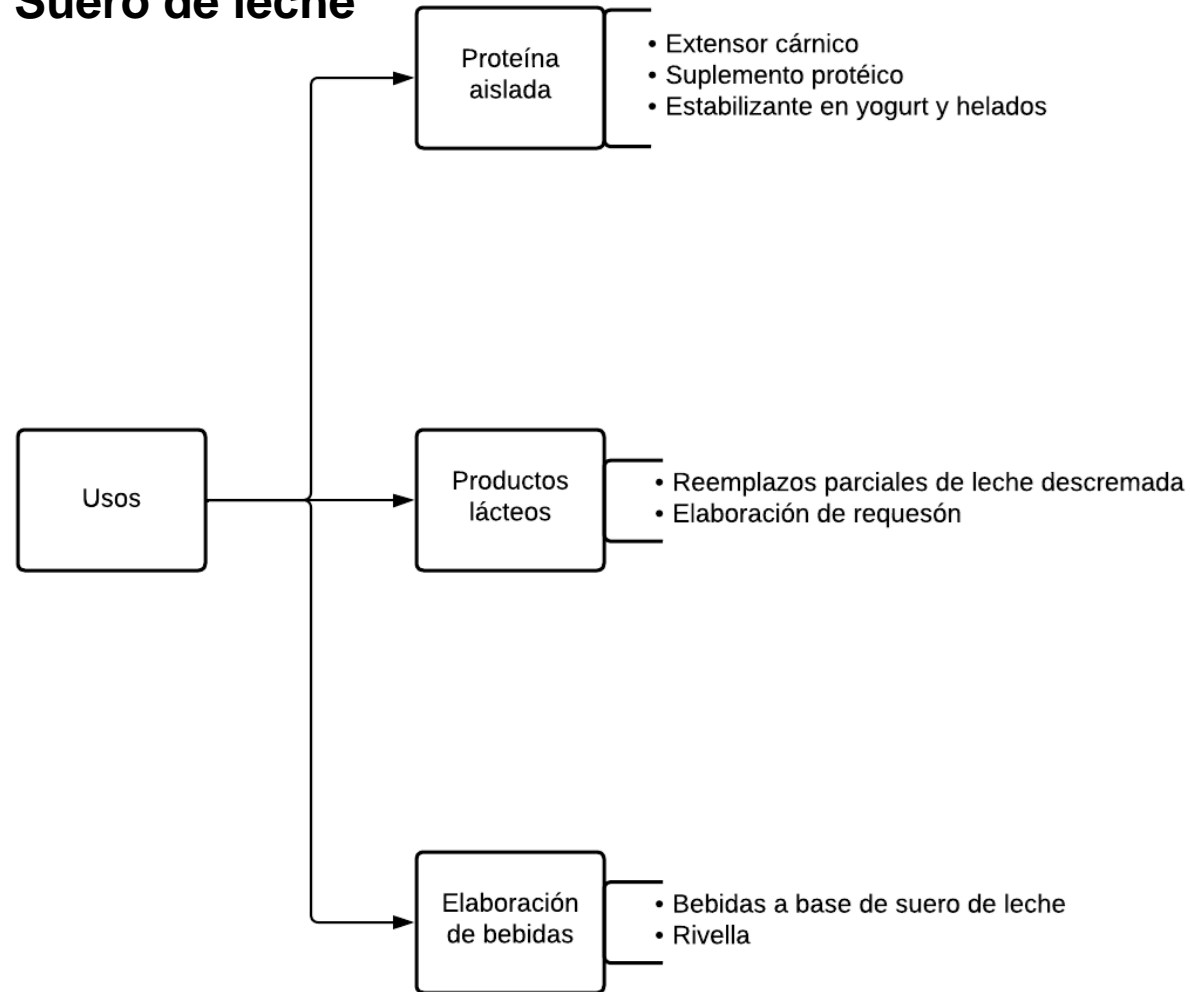
	Plantas	Humanos
	<ul style="list-style-type: none"> Activación enzimática Síntesis de proteínas Metabolismo de carbohidratos, lípidos y AN Desarrollo de cloroplastos Participa en la proliferación y diferenciación celular 	<ul style="list-style-type: none"> Rol en todas las enzimas Forma parte de 3000 proteínas Importante en las glándulas salivales, próstata y sistema inmune Contribuye al desarrollo y crecimiento físico Participa en funciones sensoriales
Deficiencias	<ul style="list-style-type: none"> Enanismo Clorosis Baja resistencia al estrés Menor clorofila 	<ul style="list-style-type: none"> Retrasos en el crecimiento Fallas sensoriales Reducidos niveles de testosterona
Biodisponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad que el cuerpo puede absorber Se ve limitada por antinutrientes (fitatos, saponinas, etc.) 	

Valor diario requerido

Etapa de Vida	VDR (mg)
Nacimiento – 6 meses	2
7 – 12 meses	3
1 – 3 años	3
4 – 8 años	5
9 – 13 años	8
14 – 18 años (hombres)	11
14 – 18 años (mujeres)	9
Hombres adultos	11
Mujeres adultas	8
Adolescentes embarazadas	12
Adultas embarazadas	11
Adolescentes lactantes	13
Adultas lactantes	12

REVISIÓN DE LITERATURA

Suero de leche

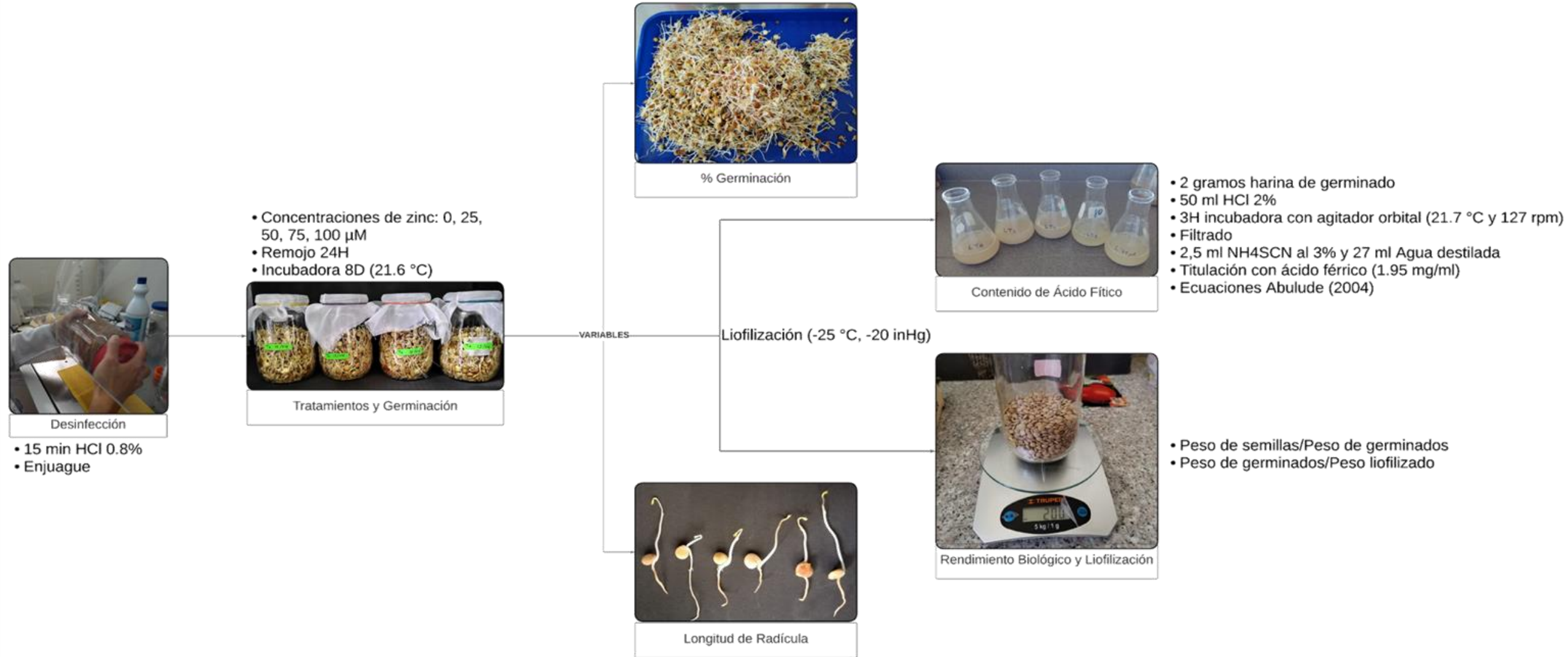


Composición nutricional suero de leche

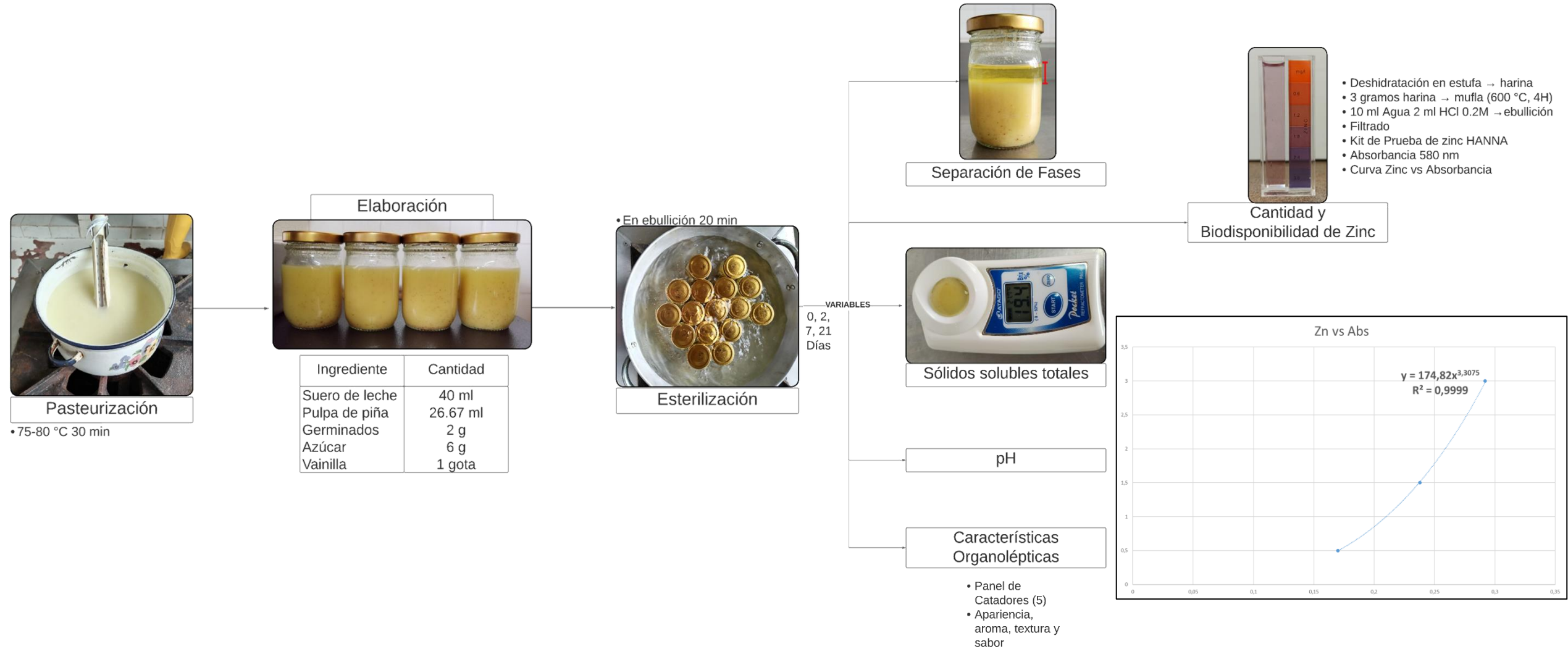
Nutriente	Cantidad en cada 100 gramos	Porcentaje en la dieta diaria
Vitaminas		
Riboflavinas (Vitamina B2)	0.158 mg	10%
Ácido pantoténico (Vitamina B5)	0.383 mg	7%
Vitamina B12	0.28 µg	11%
Carbohidratos	5.14 g	2%
Proteína	0.85 g	1%
Grasas	0.34 g	1%
Colesterol	2 mg	
Minerales		
Calcio	47 mg	5%
Magnesio	8 mg	2%
Fósforo	46 mg	7%
Zinc	0.13 mg	0,8%
Selenio	1.9 µg	3%



METODOLOGÍA – FASE I



METODOLOGÍA – FASE II

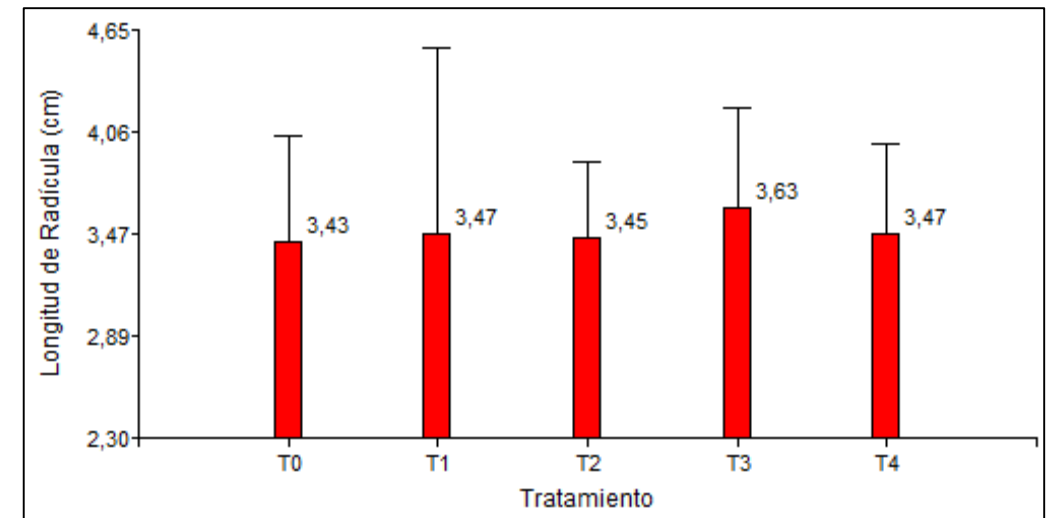
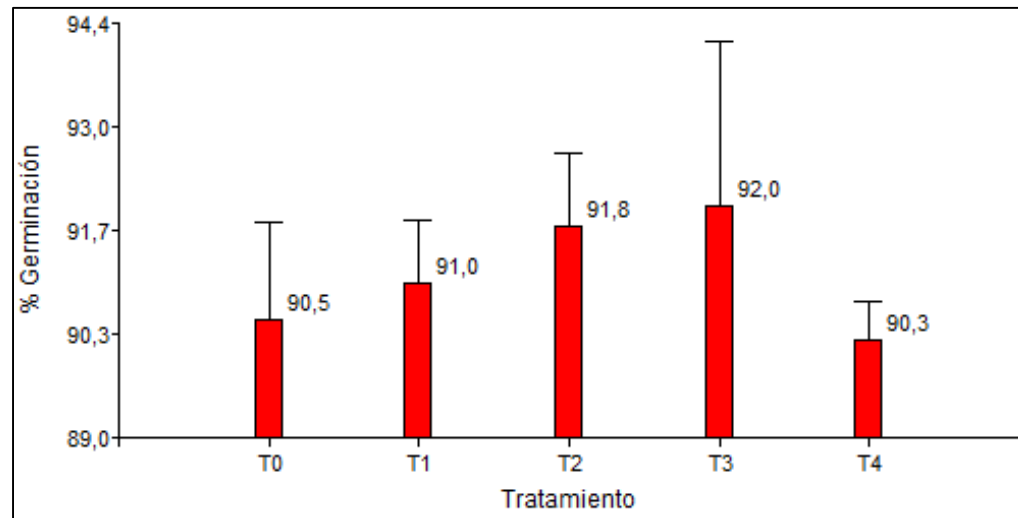


RESULTADOS Y DISCUSIÓN– FASE I

Porcentaje de germinación y longitud de radícula

Tratamiento	Porcentaje de Germinación (%)	Longitud de Radícula (cm)
T0 (0 μ M)	90.50 \pm 1.29 a	3.43 \pm 0.61 a
T1 (25 μ M)	91.00 \pm 0.82 a	3.48 \pm 1.07 a
T2 (50 μ M)	91.75 \pm 0.96 a	3.45 \pm 0.44 a
T3 (75 μ M)	92.00 \pm 2.16 a	3.63 \pm 0.57 a
T4 (100 μ M)	90.25 \pm 0.50 a	3.48 \pm 0.51 a

López (2023), reporta que la fortificación con 100 y 200 μ M tiene mejores resultados de germinación (50 y 60%).
Wei et al (2012), no presentó diferencias utilizando dosis entre 0 y 250 mg/l



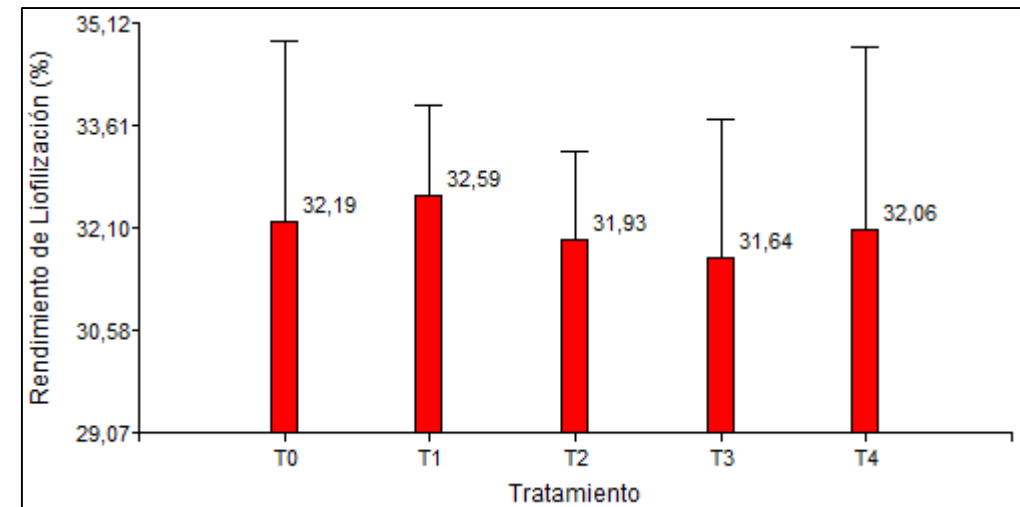
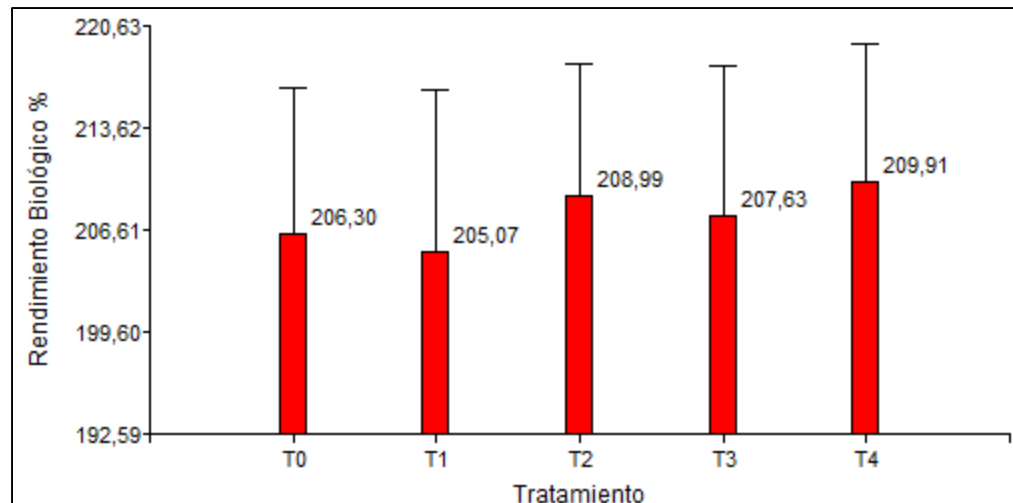
RESULTADOS Y DISCUSIÓN– FASE I

Rendimiento biológico y de liofilización

Tratamiento	Rendimiento Biológico (%)	Rendimiento de Liofilización (%)
T0 (0 µM)	206.30 ± 10.01 a	32.19 ± 2.66 a
T1 (25 µM)	205.07 ± 11.21 a	33.09 ± 0.93 a
T2 (50 µM)	208.99 ± 09.05 a	31.93 ± 1.30 a
T3 (75 µM)	207.63 ± 10.20 a	31.64 ± 2.04 a
T4 (100 µM)	209.91 ± 09.44 a	32.06 ± 2.71 a

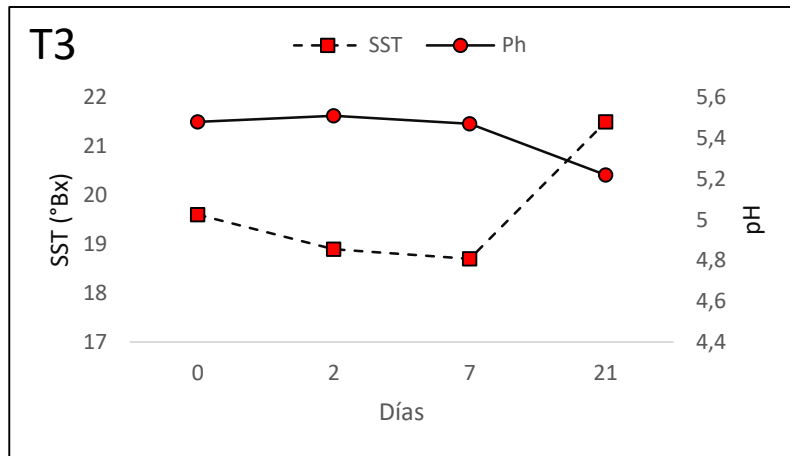
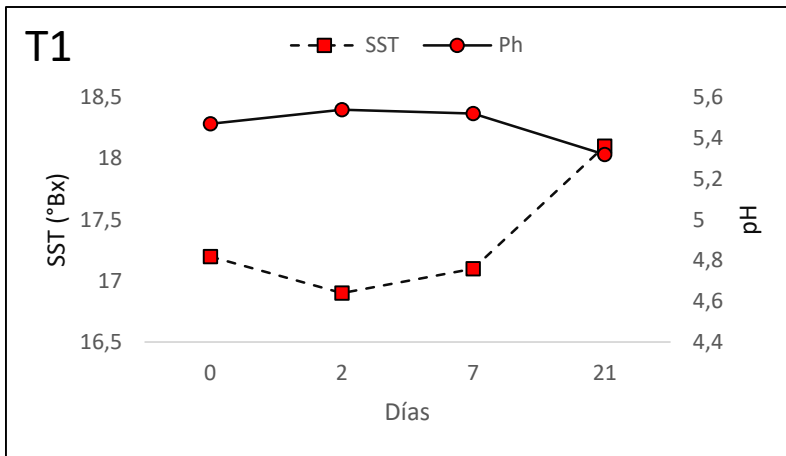
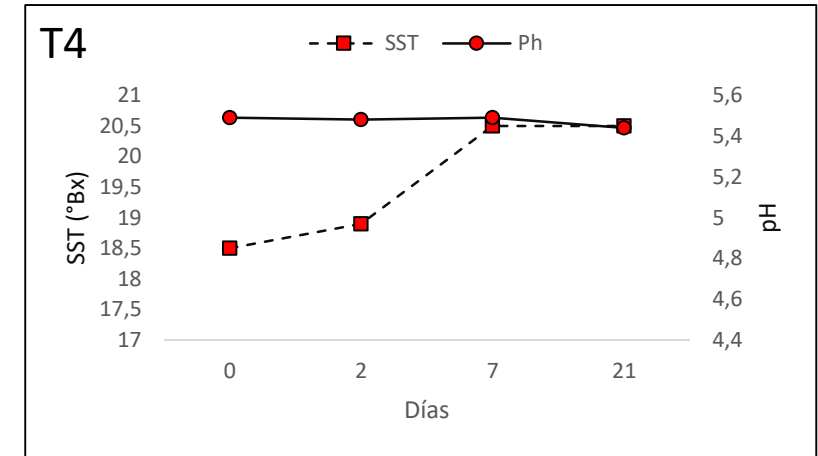
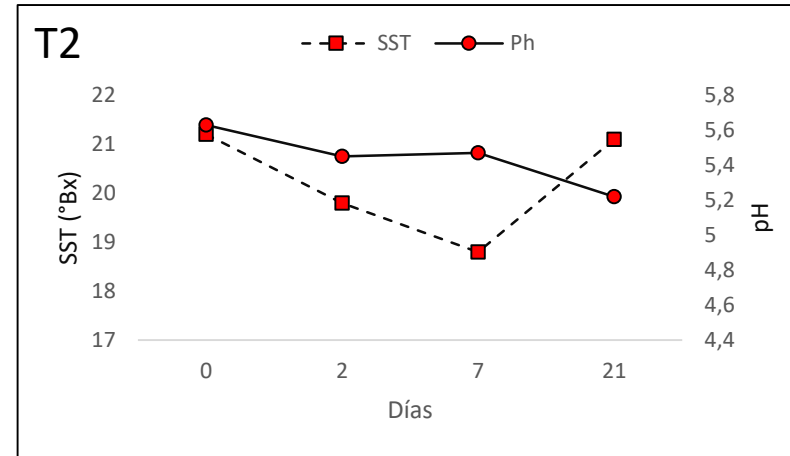
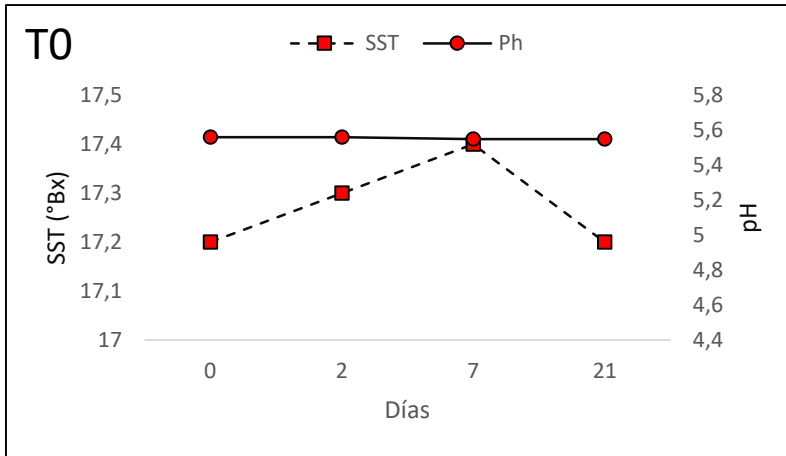
López (2023), no presenta diferencias en el rendimiento biológico, cada uno es mayor al 200%.

Świeca *et al* (2013), presentan promedios de liofilización entre 29 y 30% en germinados de lenteja



RESULTADOS Y DISCUSIÓN- FASE II

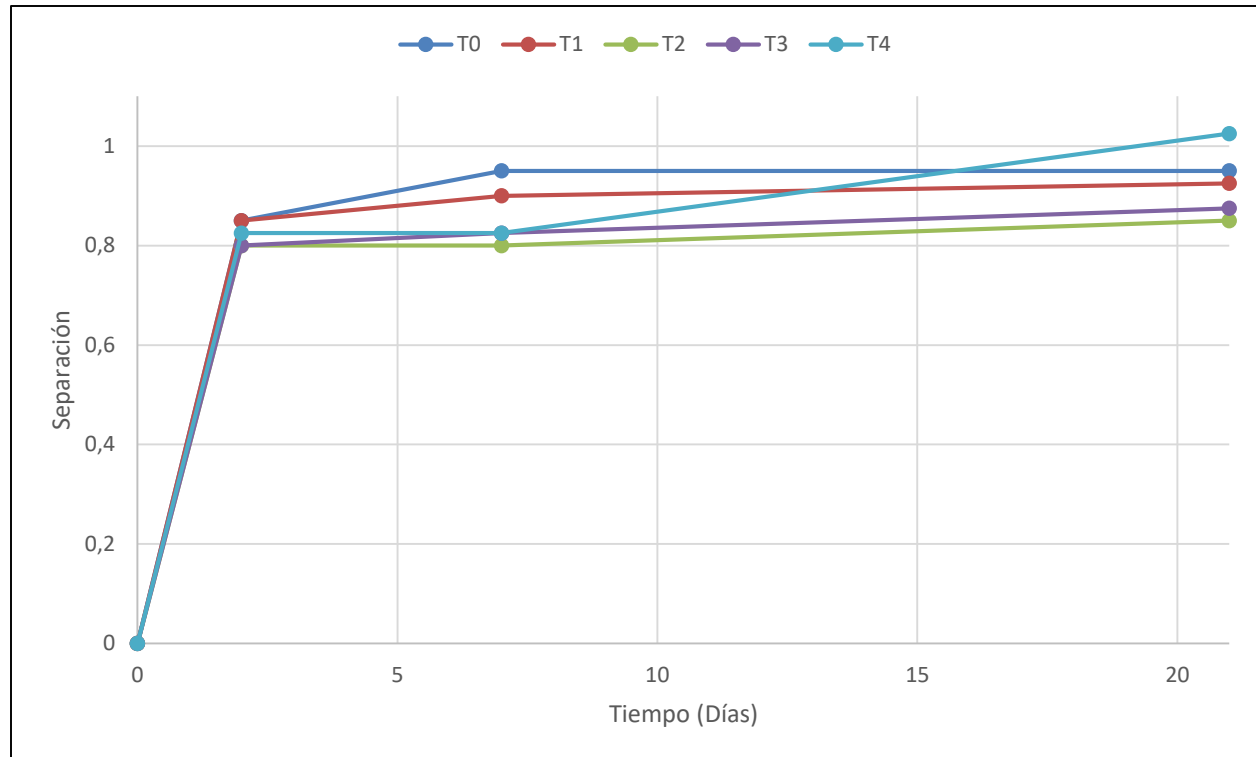
Sólidos solubles totales y pH



Shukla et al. (2012). Se produce fermentación láctica que reduce niveles de pH y SST
Matilla (2008). El zinc actúa en la activación enzimática para la movilización de reservas
Baljeet et al. (2013); Islam et al(2021); Shukla et al. (2012). La temperatura de conservación es clave en la vida útil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN– FASE II

Separación de fases



Islam et al(2021); Baba et al. (2016). La separación de fases sin estabilizantes aumenta indefinidamente (56 y 60 días)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN– FASE II

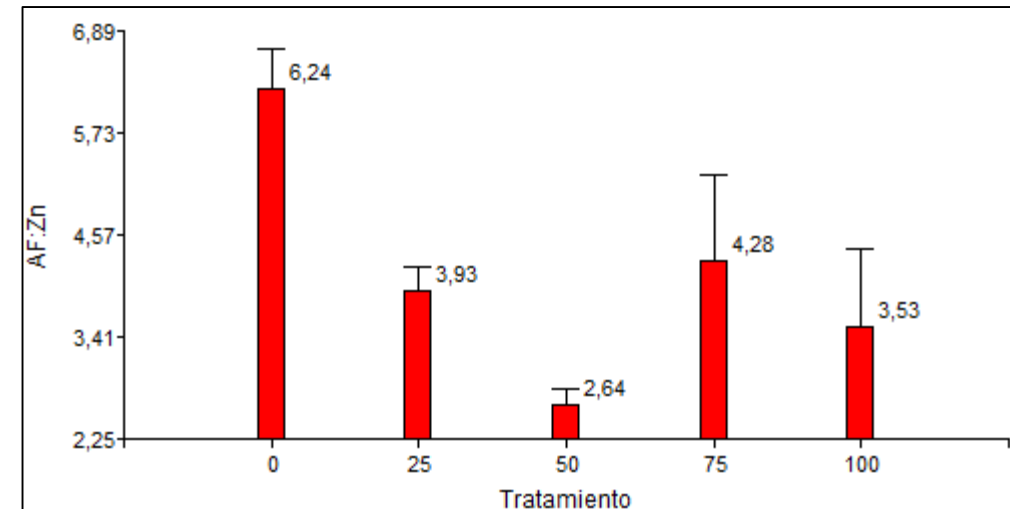
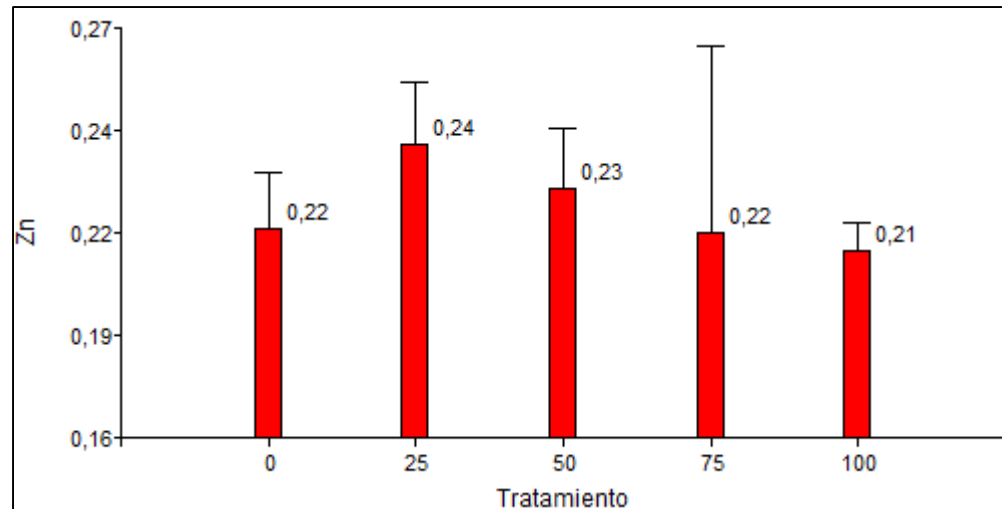
Contenido y biodisponibilidad de zinc

Tratamiento	Contenido de Ácido Fítico (mg·kg ⁻¹)	Contenido de Zinc (mg·l ⁻¹)	Relación Molar (AF:Zn)
T0 (0 µM)	62.30	0.22 ± 0.02 a	6.24 ± 0.44 a
T1 (25 µM)	43.27	0.24 ± 0.02 a	3.93 ± 0.27 b
T2 (50 µM)	27.69	0.23 ± 0.02 a	2.64 ± 0.18 c
T3 (75 µM)	41.54	0.22 ± 0.05 a	4.28 ± 0.98 b
T4 (100 µM)	41.54	0.21 ± 0.01 a	3.53 ± 0.88 b

López (2023), no presenta diferencias en la cantidad de zinc en su proceso de fortificación. Presenta diferencias en la biodisponibilidad siendo, el tratamiento de 50 µM el de mejores resultados

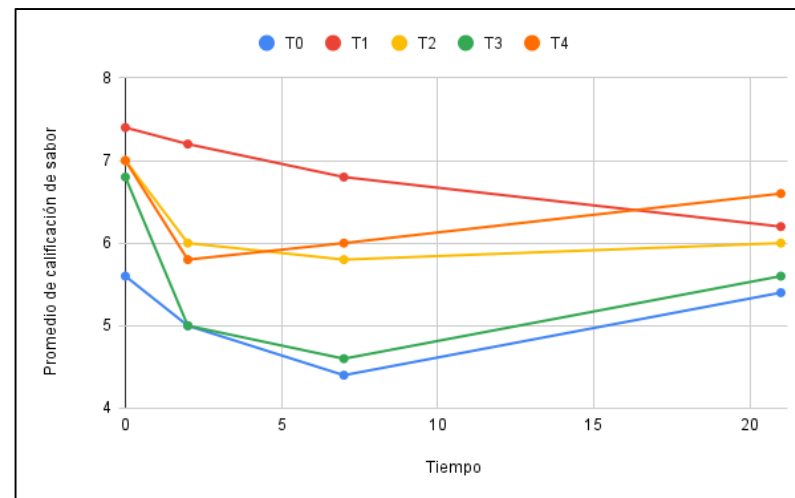
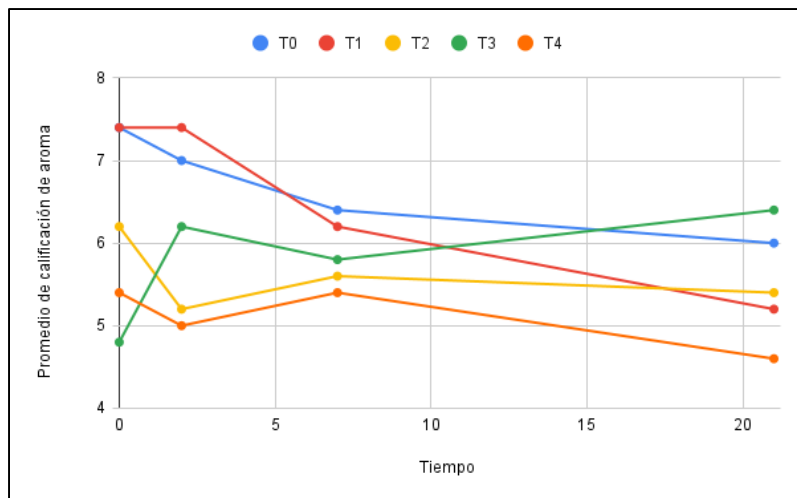
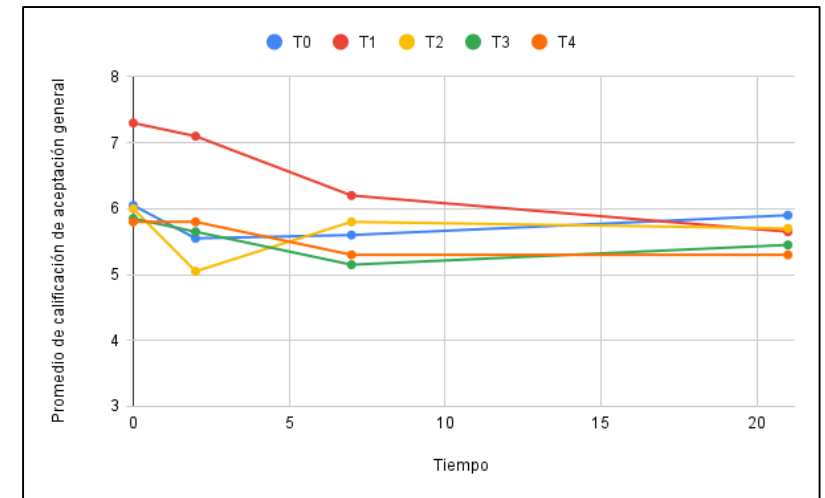
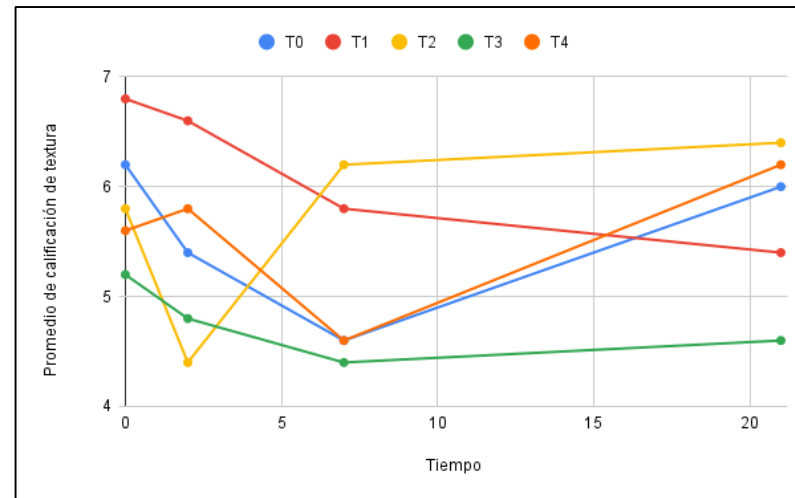
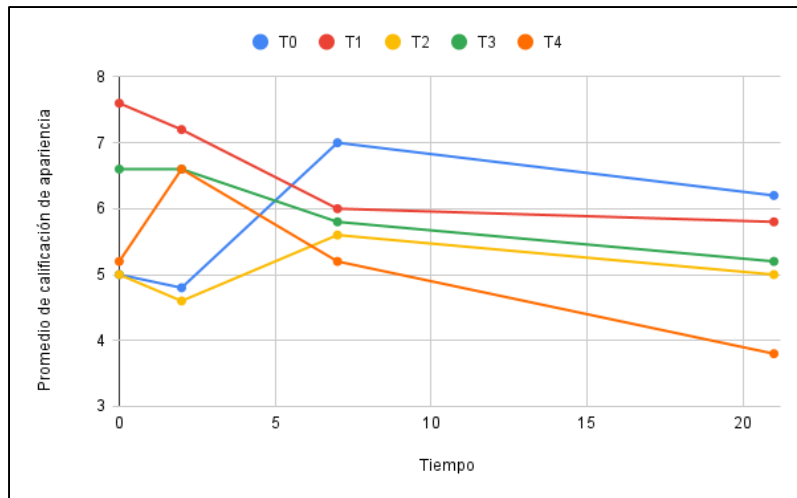
Wei et al (2012). Valores AF:Zn menores a 5, representan biodisponibilidad superior al 50%.

INEN (2011). Un producto fortificado requiere 20 a 50% del VDR del nutriente



RESULTADOS Y DISCUSIÓN- FASE II

Características organolépticas



Brito et al. (2015); Sánchez et al. (2013); Martínez et al. (2009); Véliz et al. (2015). Señalan la vida útil máxima del producto en 21, 21, 28 y 31 días. Mencionan que las características organolépticas decaen de manera constante en el tiempo

CONCLUSIONES

- La fortificación con zinc a las semillas de lenteja (*Lens culinaris*), no tuvo un efecto significativo en el porcentaje de germinación, longitud de radícula, rendimiento biológico ni rendimiento liofilizado en los germinados de lenteja. Pero sí en la relación molar AF:Zn, en la cual, todos los tratamientos (25, 50, 75 y 100 μM Zn) fueron superiores al testigo (6.34), siendo el mejor el T2 (50 μM) (2.64) con una biodisponibilidad de zinc mayor al 50%.
- La adición de germinados de lenteja (*Lens culinaris*), no tuvo un efecto significativo en la cantidad residual de zinc en las bebidas, ni en su vida útil, pero sí en el sabor de las bebidas, el tratamiento con mejor sabor de acuerdo al comité de cata, fueron T1 (25 μM) a los 0 y 2 días, con promedios de 7.40 y 7.20 respectivamente, y la peor siendo el testigo T0 a los 7 días, con 4.40. La aceptación en general no presentó variaciones.
- Las características organolépticas de la bebida: apariencia, aroma, textura y sabor, presentan una clara tendencia a disminuir en calidad con el paso del tiempo, esto se evidencia con las calificaciones promedio del comité de cata en cada aspecto. La vida útil aproximada del producto se sitúa en 7 días por el rechazo de la bebida por parte de los catadores.
- En cuanto a los parámetros físicos analizados, el pH se mantiene estable solamente en el tratamiento T0, en el resto hay una tendencia negativa desde el día 7, los SST, presentan disminución hasta los 7 días, y un ligero aumento hasta los 21 días de prueba, el parámetro de separación de fases aumenta establemente en el tiempo.
- La bebida no se puede definir como “fortificada”, ni como “producto con minerales añadidos”, al no cumplir con el 20 ni 10% del VDR de zinc requerido en ninguna edad ni etapa de vida humana.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar dosis más altas de zinc para la fortificación, varios ensayos inician en soluciones de zinc de 150 μM , y presentan diferencias notorias entre tratamientos.
- La vida útil puede ser medida de manera más adecuada mediante análisis microbiológicos de la bebida, y estos se pueden complementar con los parámetros físico-químicos (SST, pH, acidez titulable, separación de fase líquida, sedimentación, color, etc.), además de un comité de cata comprendido por más personas. Lo ideal es realizar pruebas aceleradas de estantería, con las muestras almacenadas en un ambiente controlado con temperaturas entre 35 y 40 °C, para simular un paso acelerado del tiempo.
- Es recomendable lavar los germinados previo a la congelación y posterior liofilización, con el fin de eliminar el exceso de saponinas que ocasionan el sabor amargo característico de los mismos.
- Se puede repetir el ensayo utilizando deshidratación en estufa en lugar de liofilización, con el fin de evaluar si hay cambios significativos en el contenido nutricional entre los dos métodos, puesto a que la liofilización no es accesible, y toma mucho más tiempo para cantidades pequeñas.

GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA