



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**Evaluación de la adición de germinados de arveja (*Pisum sativum*) al suero de leche
para obtener una bebida biofortificada con zinc**

Mendoza Guerra, Melanie Giuliana

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

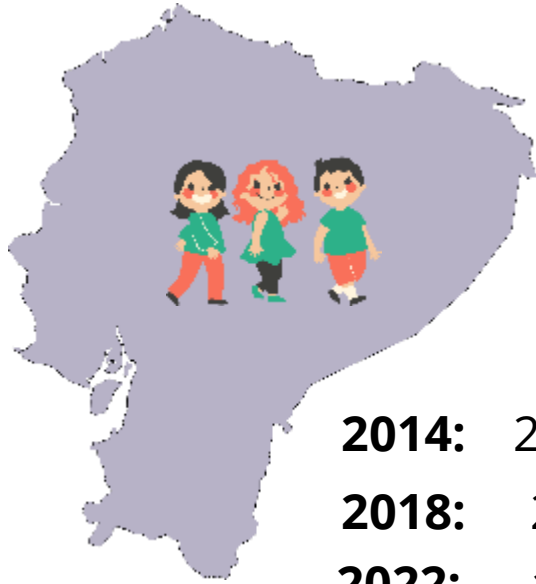
Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia, Mgtr.

04 septiembre del 2023



ANTECEDENTES



4.3 millones de niño menores a 12 años.

2014: 24.8%
2018: 27%
2022: 30%

Los niños menores de 2 años padecía DC



55% de sus nutrientes de la leche

vitaminas
aminoácidos
minerales
lactosa

- Baja talla
- Desarrollo cognitivo
- Cardiovasculares

lactosuero: materia orgánica sube Bacterias demandan oxígeno para consumir M.O. Alteran propiedades fisicoquímicas del suelo

80% Pequeñas y

Familiares

20%

Medianas y Grandes

299.000 productores de leche



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

JUSTIFICACIÓN

Alimento vivo con alto valor nutritivo

Fuente de vitaminas, fibra, proteínas y minerales

Depurativos



Antioxidantes

Favorece la digestión

El ácido fítico es un componente natural que se encuentra principalmente en los cereales, las legumbres y las semillas. Su función es protegerlos de factores externos como las plagas, insectos y la humedad, prolongando su vida útil.

ANTINUTRIENTE



=

BIODISPONIBILIDAD



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

General

Evaluar el efecto de la adición de germinados de arveja (*Pisum sativum*) al suero de leche para obtener una bebida bio fortificada con zinc.

Específicos

Obtener el germinado de arveja fortificada mediante la impregnación de zinc (0, 25, 50, 75, 100 $\mu\text{mol. L}^{-1}$) en la semilla para su aplicación tecnológica.

Liofilizar y pulverizar los germinados para elaborar una bebida fortificada.

Determinar la vida útil del producto mediante pruebas de estantería y evaluación organoléptica.

Determinar la cantidad de zinc residual en el producto terminado

1

Materia Prima



5 kg de arveja amarilla



Suero de leche dulce



Pulpa de piña 100% natural

2

Inocuidad del experimento



121°C
1atm
30 min



Uv
15 min

Fase 1: Germinación de semillas de arveja (*Pisum sativum*) biofortificadas con zinc



Tiempo y riego: Incubadora a 22°C
Durante 10 días
Cada 24 horas



Lavado: 7 min con NaClO
Concentración del
0.8%

Remojo: 24h - 200 g de
semilla en 250ml
de agua destilada

Tratamiento	Concentración de Zn ($\mu\text{mol. L}^{-1}$)	Sulfato de Zinc (mg/250ml)
T0	0	0
T1	25	1.79
T2	50	3.59
T3	75	5.38
T4	100	7.17

Nota. Descripción de la dosificación de zinc asignada para cada tratamiento a evaluar. Autoría propia.



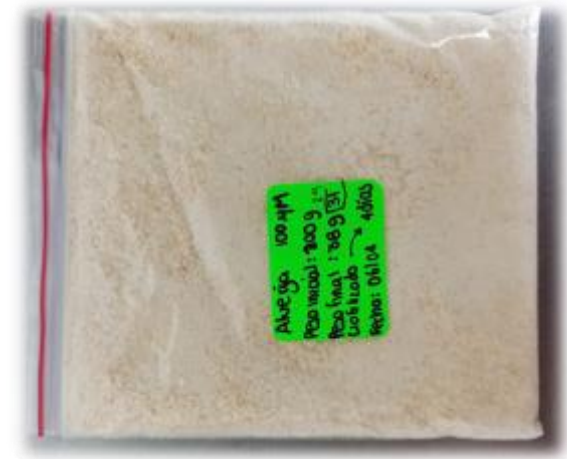
Fase 1: Liofilización de germinados de arveja (*Pisum sativum*) biofortificadas con zinc

La materia prima es congelada concentrando el agua y reduciéndolo mediante sublimación y desorción



-25°C
20 in Hg.
12-18 horas

Harina de
germinados
de arveja



FASE 1

VARIABLES A EVALUAR

$$\text{Porcentaje de germinación \%} = \left(\frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\text{total de semillas}} \right) * 100$$



Peso de las semillas después de los 10 días de germinación.

$$\text{Rendimiento biológico \%} = \left(\frac{Fw}{M} \right) * 100$$

Peso del total de semillas antes de germinar (Semillas secas).

1

Porcentaje de germinación



Para que una semilla entre en el parámetro de germinación" necesita que la radícula sea mayor a 0,5 cm.

2

Longitud radicular (cm)

3

Rendimiento biológico de germinado

Peso final de las semillas secas, al salir del liofilizador

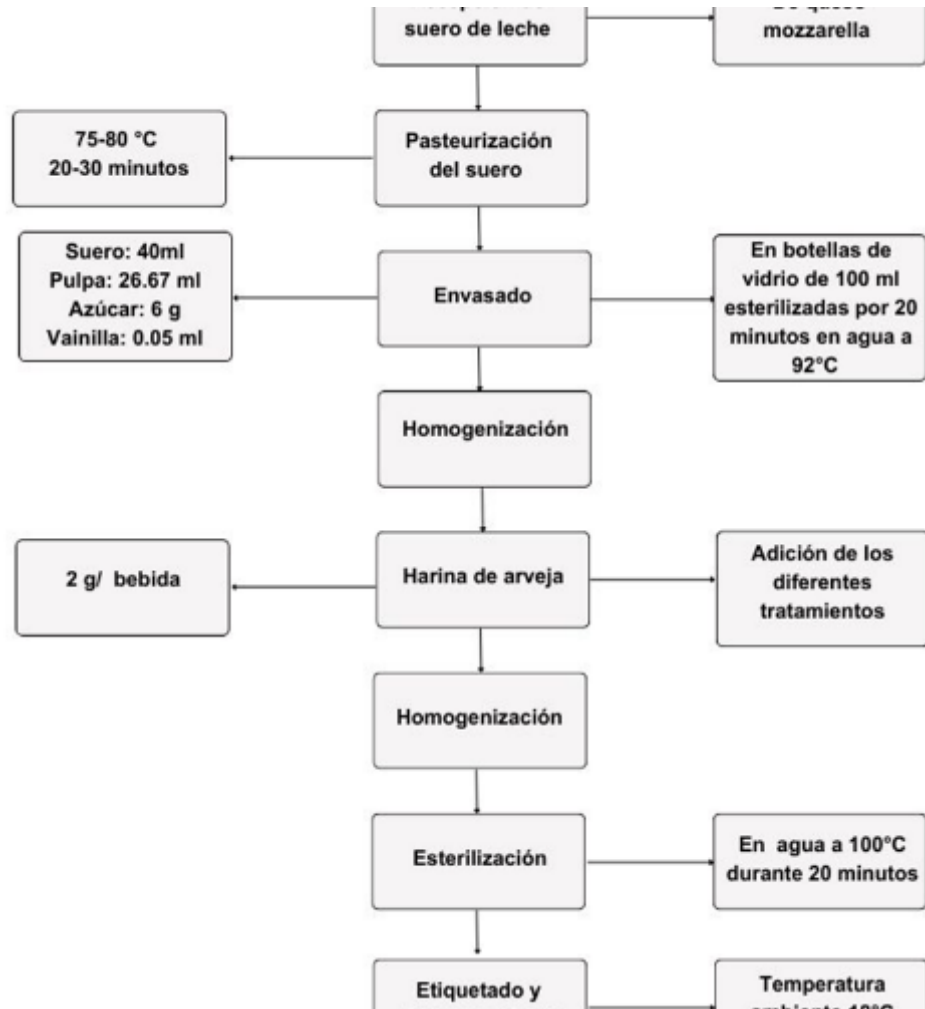
4

Rendimiento de la liofilización

$$\text{Rendimiento de liofilización \%} = \left(\frac{Fw}{M} \right) * 100$$

Peso fresco del total de semillas de germinadas (descartando impurezas).

Fase 2: Preparación de bebida a base de suero de leche con arveja liofilizada y biofortificada de zinc



FASE 2

VARIABLES A EVALUAR

1

Pruebas de estantería



Tratamiento	0 días	2 días	7 días	21 días
T0: 0 $\mu\text{mol. L}^{-1}$	777491	1869994	2986390	1783874
T1: 25 $\mu\text{mol. L}^{-1}$	847247	1752822	3979588	2287116
T2: 50 $\mu\text{mol. L}^{-1}$	551542	2204102	1405157	389882
T3: 75 $\mu\text{mol. L}^{-1}$	419579	478296	639745	915369
T4: 100 $\mu\text{mol. L}^{-1}$	1877624	3786167	548164	3131919



2

Contenido de zinc



12 horas



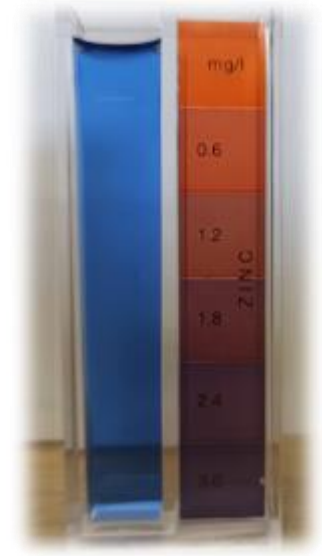
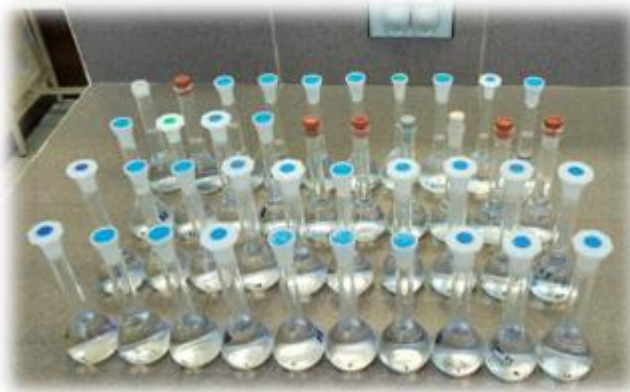
Cenizas a 500°C por 4 horas



10 ml de ácido clorhídrico



Filtración en balones de 50 ml.



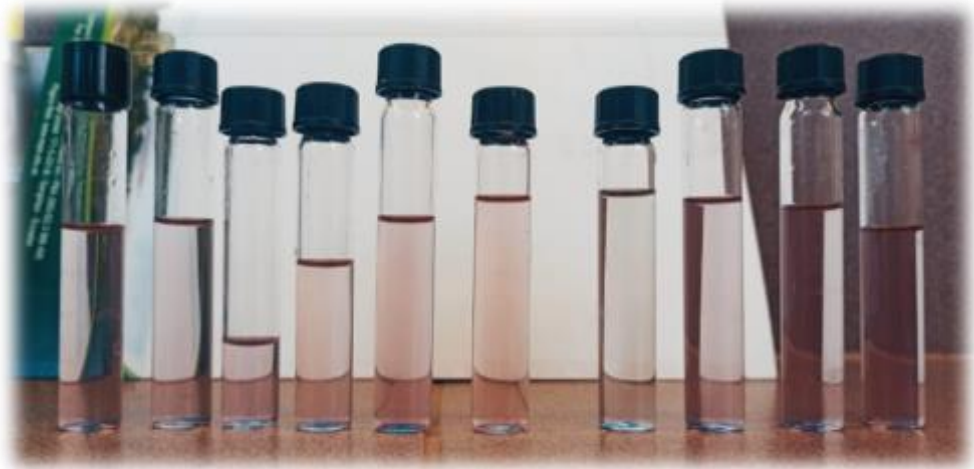
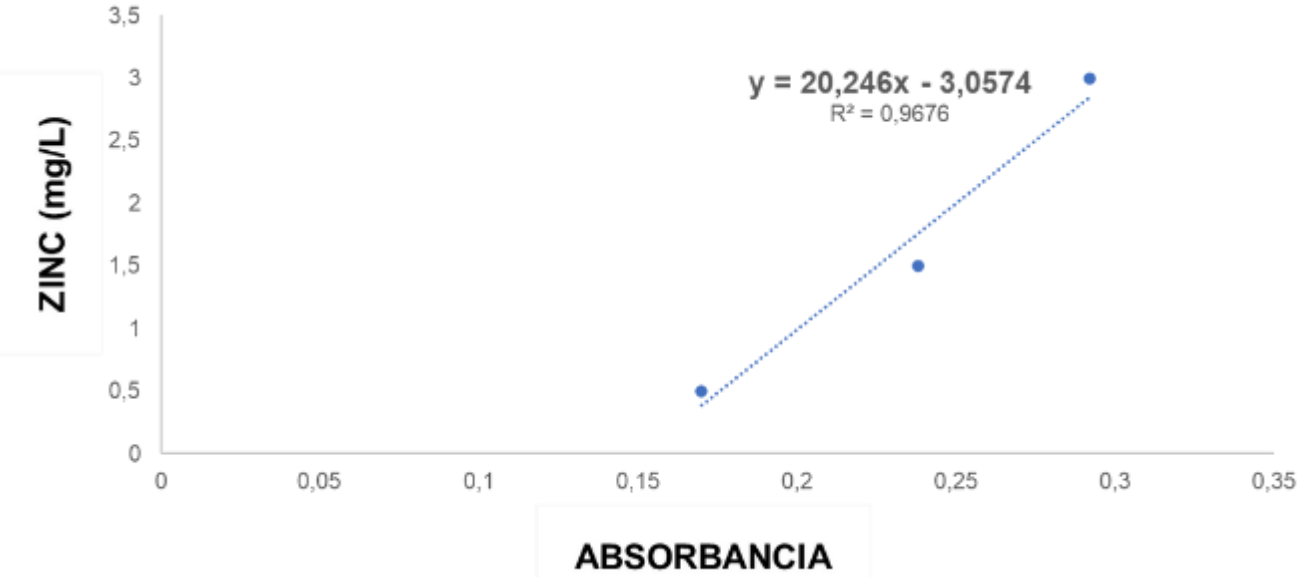
2

Contenido de zinc

580 nm



Mide la luz reflejada en un ángulo fijo de la muestra, y puede excluir el brillo para replicar lo más posible la forma en la que el ojo humano ve el color.



3

Ácido fítico



$\text{Fitato de fósforo (mg/100g)} = \text{Valor de la titulación} * 1.95$

$\text{Fitato (mg/100g)} = \text{Fitato de fósforo (mg/100g)} * 3.55$

3

AF: Zn

$$AF: Zn = \frac{\text{mmol AF}}{\text{mmol Zn}}$$

**Relación Molar
(Fitato/zinc)**

**Biodisponibilidad de
Zinc (%)**

>30

10

15-30

15

5-15

30

<5

>50



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

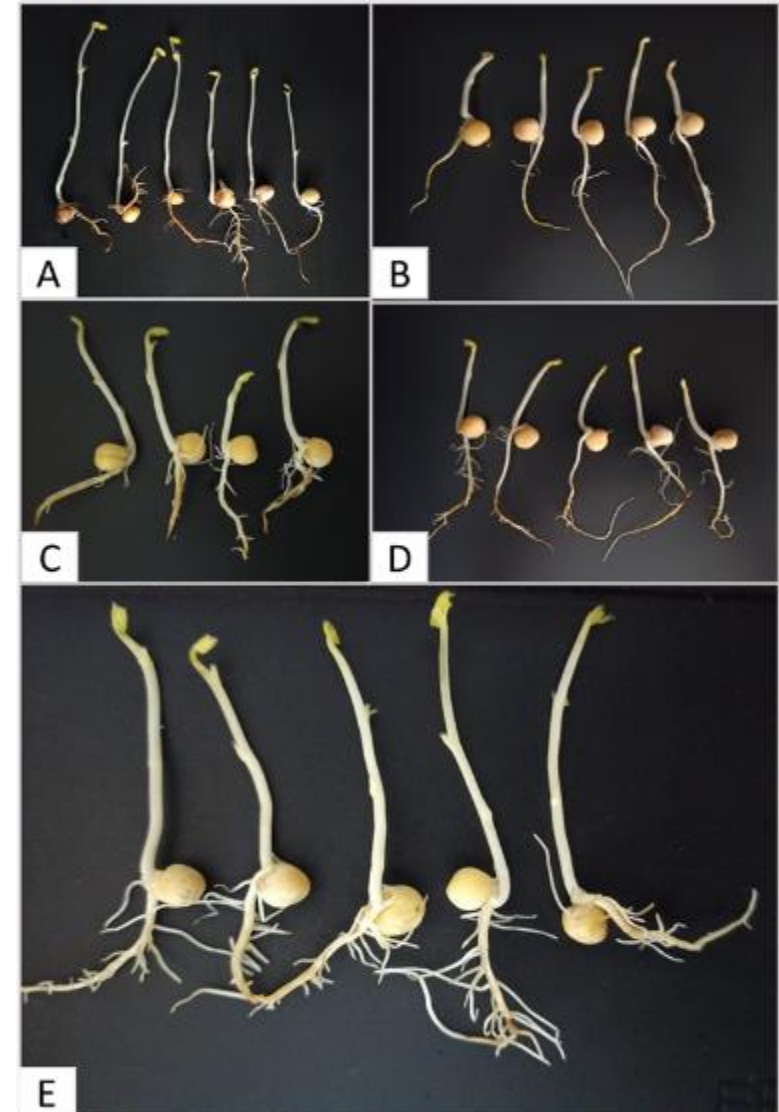
Tratamiento	Germinación (%)
T0: 0 μ mol. L ⁻¹	91,25 \pm 0,55 a
T1: 25 μ mol. L ⁻¹	95,25 \pm 0,55 b
T2: 50 μ mol. L ⁻¹	95,75 \pm 0,55 b
T3: 75 μ mol. L ⁻¹	96,25 \pm 0,55 b
T4: 100 μ mol. L ⁻¹	96,50 \pm 0,55 b

Tratamiento	Longitud radicular (cm)
T0: 0 μ mol. L ⁻¹	4,13 \pm 0,35 a
T1: 25 μ mol. L ⁻¹	6,30 \pm 0,35 b
T2: 50 μ mol. L ⁻¹	4,85 \pm 0,35 a
T3: 75 μ mol. L ⁻¹	6,33 \pm 0,35 b
T4: 100 μ mol. L ⁻¹	4,78 \pm 0,35 a

López (2023) obtuvo resultados similares en germinados de lenteja donde las concentraciones de zinc desde 25-200 μ mol. L⁻¹ mejoraron la germinación y longitud radicular en comparación al testigo

En el estudio de Loaiza (2023) la germinación y longitud de raíz de frijol mungo a una concentración 225 μ mol. L⁻¹ de zinc presentó el 92.67% de germinación y 5,77 cm en longitud de raíz siendo estos sus mejores resultados.

Nota. A. T0 (0 μ mol. L⁻¹), B. T1 (25 μ mol. L⁻¹), C. T2 (50 μ mol. L⁻¹), D. T3 (75 μ mol. L⁻¹), E. T4 (100 μ mol. L⁻¹). Autoría propia.



Tratamiento	Rendimiento biológico (%)
T0: 0µmol. L ⁻¹	211 ± 4.38 c
T1: 25µmol. L ⁻¹	240 ± 4.38 d
T2: 50 µmol. L ⁻¹	193.82 ± 4.38 b
T3: 75 µmol. L ⁻¹	121.50 ± 4.38 a
T4: 100µmol. L ⁻¹	218.19 ± 4.38 c

López (2023) demostró que con dosis de (0, 25, 50, 100 y 200 µmol. L⁻¹) en germinados de lenteja el rendimiento no es afectado significativamente el entre tratamientos.

En frutillas Suárez y Yupangui (2016) obtuvieron un porcentaje de 91,56% de secado, ellos concluyen que esto se debe a diferentes factores, de preparación (corte de la fruta, madurez de la fruta, etc.) y procesamiento (temperatura, presión y tiempo).

Tratamiento	Rendimiento liofilizador (%)
T0: 0µmol. L ⁻¹	35,32 ±0,44 c
T1: 25µmol. L ⁻¹	32,83 ±0,44 b
T2: 50 µmol. L ⁻¹	34,25 ±0,44 c
T3: 75 µmol. L ⁻¹	30,63 ±0,44 a
T4: 100µmol. L ⁻¹	32,71 ±0,44 b

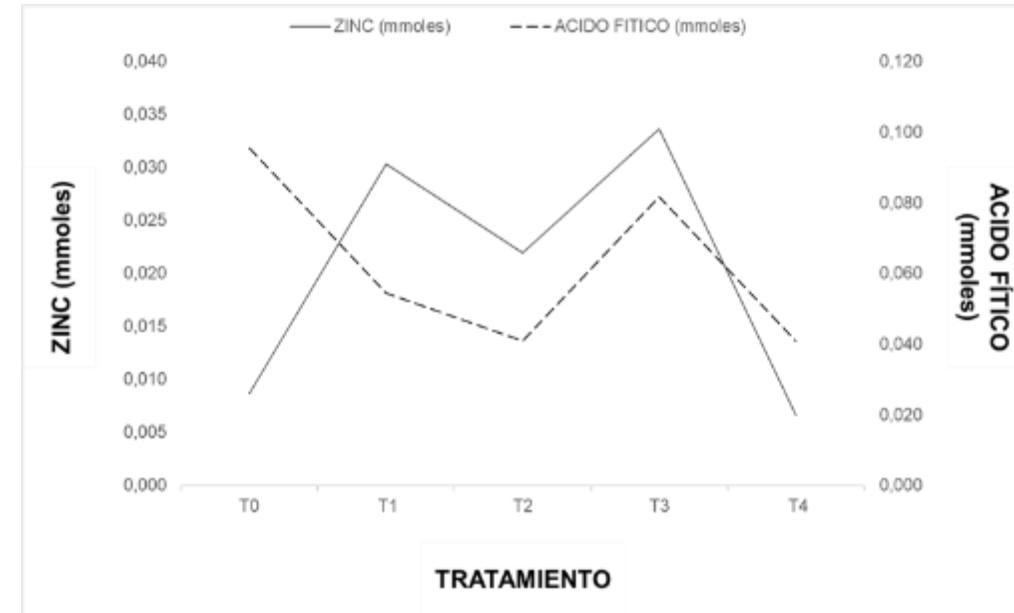
Aizaga A. (2018), obtuvo que un liofilizador a diferencia de estufas tiene la capacidad de concentrar el sabor, color, olor y la textura de los alimentos. A demás de mantienen las cualidades nutricionales: vitaminas, minerales, proteínas, etc.

Tratamiento	Fitato (mg/100g)
T0: 0 μ mol. L ⁻¹	4,85
T1: 25 μ mol. L ⁻¹	2,77
T2: 50 μ mol. L ⁻¹	2,08
T3: 75 μ mol. L ⁻¹	4,15
T4: 100 μ mol. L ⁻¹	2,08

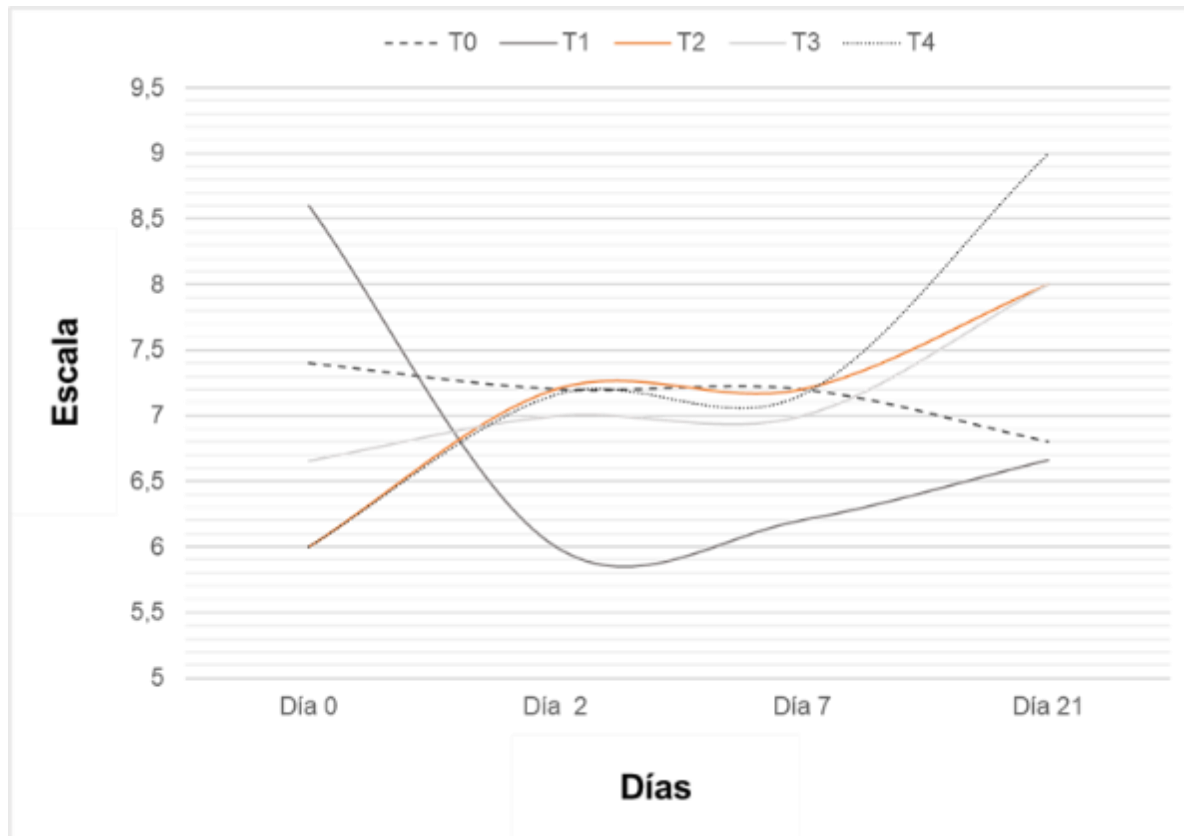
Tratamiento	Zinc (mg/l)
T0: 0 μ mol. L ⁻¹	0,57
T1: 25 μ mol. L ⁻¹	1,97
T2: 50 μ mol. L ⁻¹	1,43
T3: 75 μ mol. L ⁻¹	2,19
T4: 100 μ mol. L ⁻¹	0,44

ácido fítico tiene una gran capacidad de unirse a los iones minerales positivos como los del hierro, el calcio, el magnesio y el zinc, bloqueando su absorción por parte del intestino (Sabaté, 2022).

Salvatierra (2022) demuestra que en germinados de alfalfa con suplemento de sulfato de zinc a (0, 10, 20, 30, 40 μ g. ml⁻¹) la disponibilidad es mayor al 50% en la relación ácido fítico: zinc.



Tratamiento	AF (mmol): Zn (mmol)	Biodisponibilidad de Zinc (%)
T0: 0 μ mol. L ⁻¹	10,948	30
T1: 25 μ mol. L ⁻¹	1,796	>50
T2: 50 μ mol. L ⁻¹	1,863	>50
T3: 75 μ mol. L ⁻¹	2,432	>50
T4: 100 μ mol. L ⁻¹	6,111	30



Nota. Resultados sensoriales de sabor de la bebida a lo largo de 21 días, donde T0 (0 μ mol. L-1), T1 (25 μ mol. L-1), T2 (50 μ mol. L-1), T3 (75 μ mol. L-1), T4 (100 μ mol. L-1). Autoría propia.

Días 2-7

“Falta azúcar”

“Ácido ,no me gusto”

“Tiene menos azúcar”

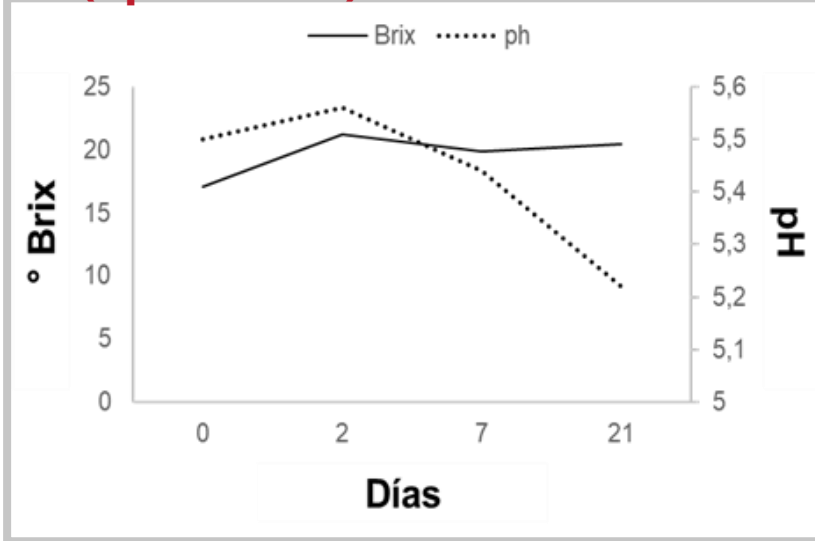
Días 0-21

“Esta muy rico”

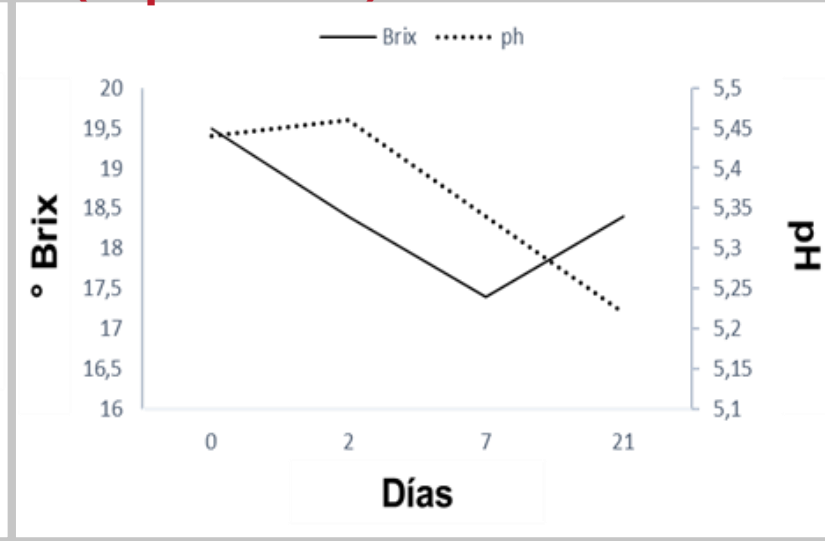
“Dulce”

“Muy rico, menos grumos y los sabores balanceados”

T0 (0 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)

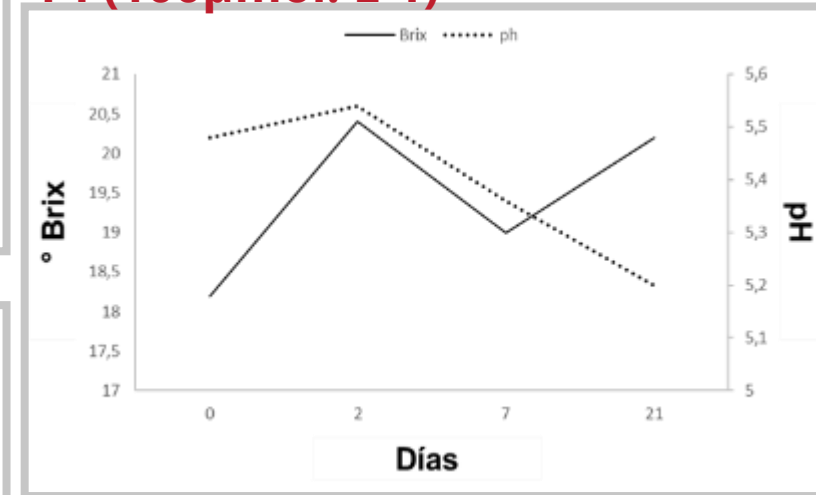


T1 (25 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)



Según Chalen *et al.* (2017) el zinc es un catalizador enzimático que permite el desdoblamiento del almidón, convirtiéndolo nuevamente en azúcares

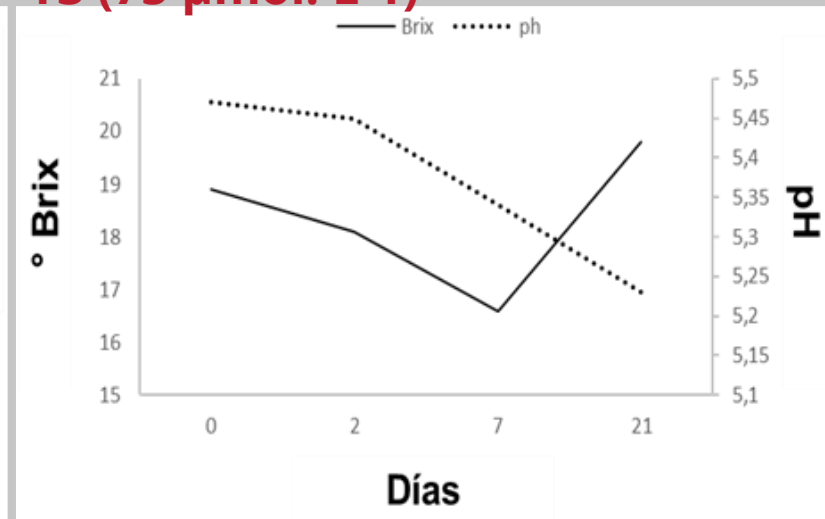
T4 (100 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)



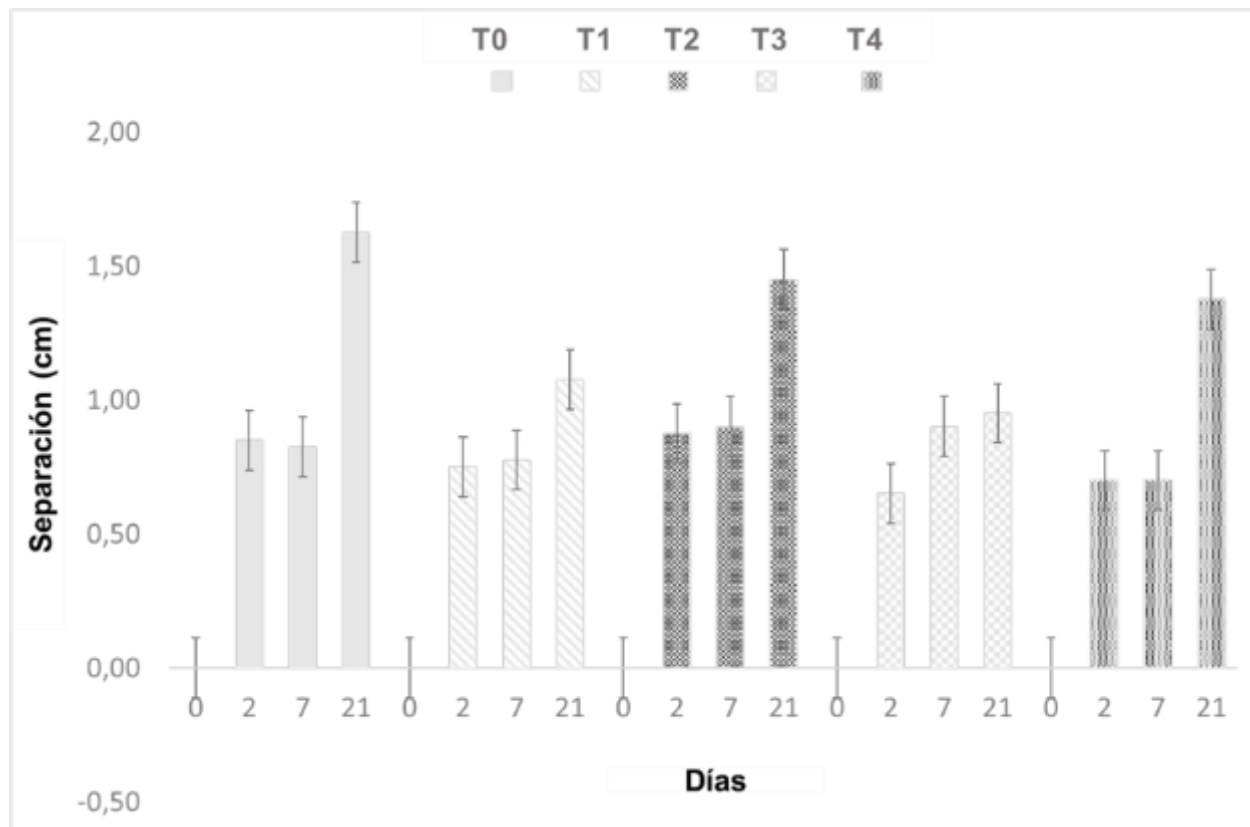
T2 (50 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)



T3 (75 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)



Este fenómeno es iniciado por bacterias ácido lácticas como organismos anaerobios, es decir que se desarrollan en ausencia de oxígeno, estas bacterias inician un proceso por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico subiendo el nivel de acidez del producto (Ulloa, 2006)



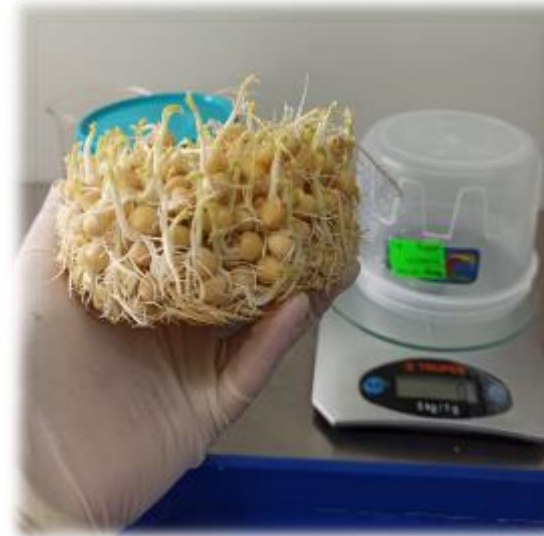
CONCLUSIONES

- La biofortificación de zinc en germinados de arveja (*Pisum sativum*), evaluada en la bebida (Producto final) :
75 $\mu\text{mol. L}^{-1}$ (T3)

0.55 mg.
250 ml⁻¹



Biodisponibilidad mayor al
50%.



(0 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)



(25, 50, 75, 100
 $\mu\text{mol. L}^{-1}$)



- Se recomienda el uso de la suplementación de zinc en germinados de arveja en una concertación de 75 $\mu\text{mol. L}^{-1}$ para una biodisponibilidad mayor al 50 %.
- Para mejorar las bio fortificaciones en germinados de arveja se recomienda la suplementación con distintos minerales y vitaminas que se encuentren en decadencia poblacional.
- La bebida al tener ingredientes básicos como suero de leche y germinados de arveja, la cantidad de proteína deberá ser evaluada por laboratorios especializados.
 - Usar suero de leche en diversos alimentos ayudará a funciones probióticas en la flora intestinal gracias a las bacterias ácido lácticas que esta posee, además de ser un subproducto que tiene gran impacto ambiental la alimentación a base de lactosuero es una opción viable para reducir este problema.

GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA