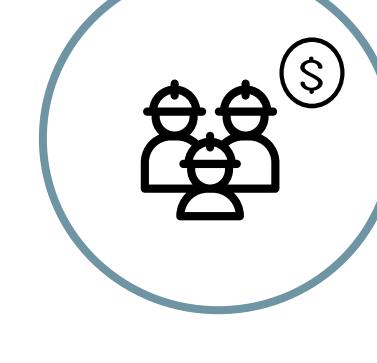
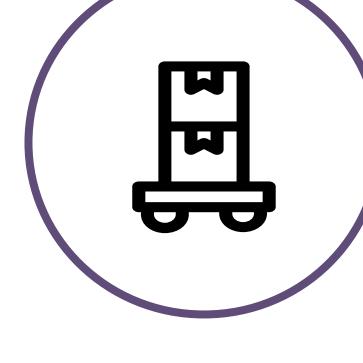


# DISEÑO DE UN PROCESO DE FERMENTACIÓN CONTROLADO DE CACAO NACIONAL FINO DE AROMA (*Theobroma cacao L.*)

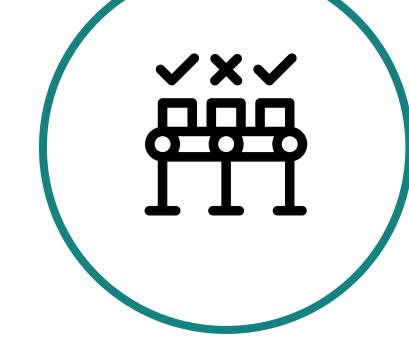
## PROBLEMA



La producción de cacao genera empleo para 100,000 familias en zonas rurales.



Los agricultores fermentan en cajones de madera tradicional cubiertos con plásticos y sacos de yute.



Actualmente enfrentan limitaciones tecnológicas que impactan en la calidad del grano.

## OBJETIVO GENERAL

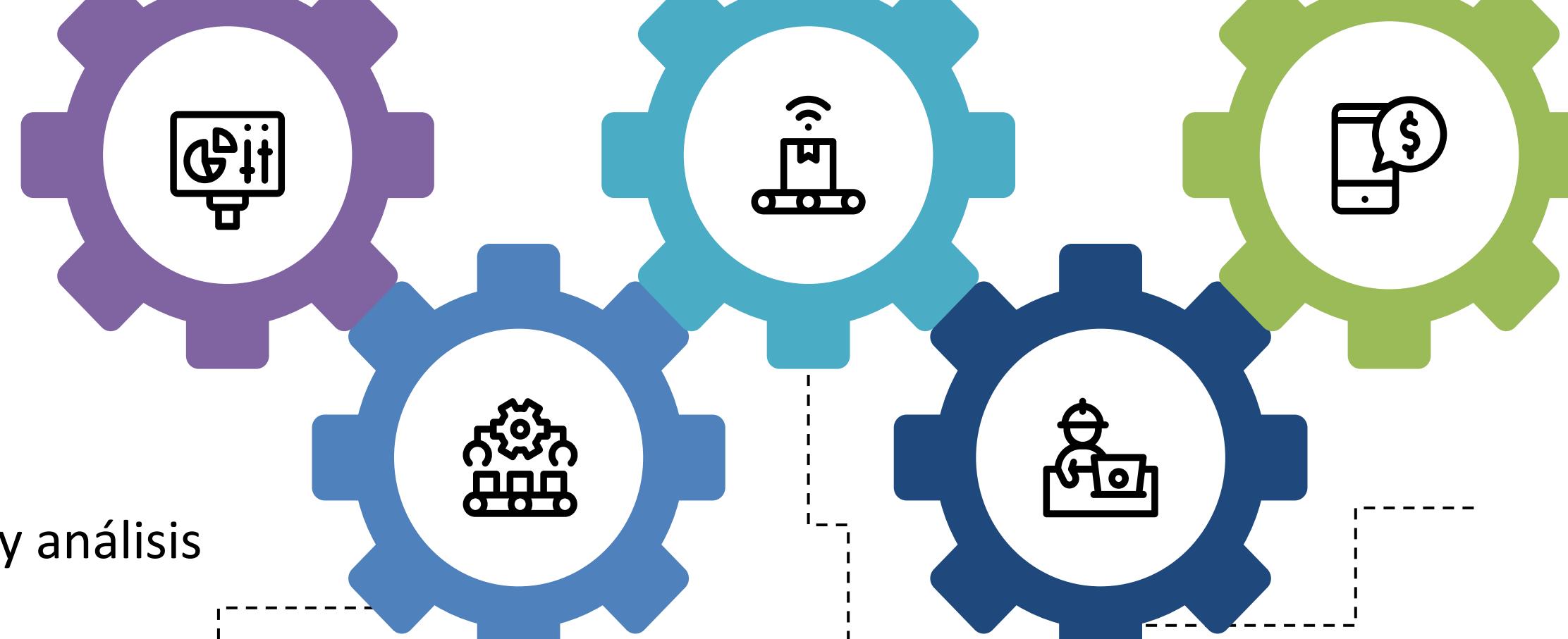
Diseñar un proceso de fermentación controlado de cacao Nacional (*Theobroma cacao L.*) considerando las condiciones operativas y equipos utilizados para la mejora de las características de calidad de los granos de cacao .

## PROPIUESTA

Para el alcance del objetivo general, se propone la siguiente metodología de trabajo, compuesta por cinco fases:

### 1. Evaluación

Matriz de evaluación de alternativas de solución



### 2. Diseño Experimental

- Diseño completo al azar y análisis estadísticos en MiniTab
- Cuatro tratamientos

| Tratamientos | Material  | Tipo de agitación |
|--------------|-----------|-------------------|
| T1           | Madera    | Manual            |
| T2           | Acero     | Manual            |
| T3           | Acero     | Continuo          |
| T4           | Rotatorio | Continuo          |

### 5. Análisis de Costos

Costos de inversión, fijos y variables

### 3. Metodología

- Duración de los ensayos: 5 días
- Recolección diaria de muestras
- Medición de parámetros fisicoquímicos por métodos oficiales

### 4. Especificaciones del servicio

Empleo de biorreactores con sistema de remoción permanente

## RESULTADOS

### Análisis de granos fermentados

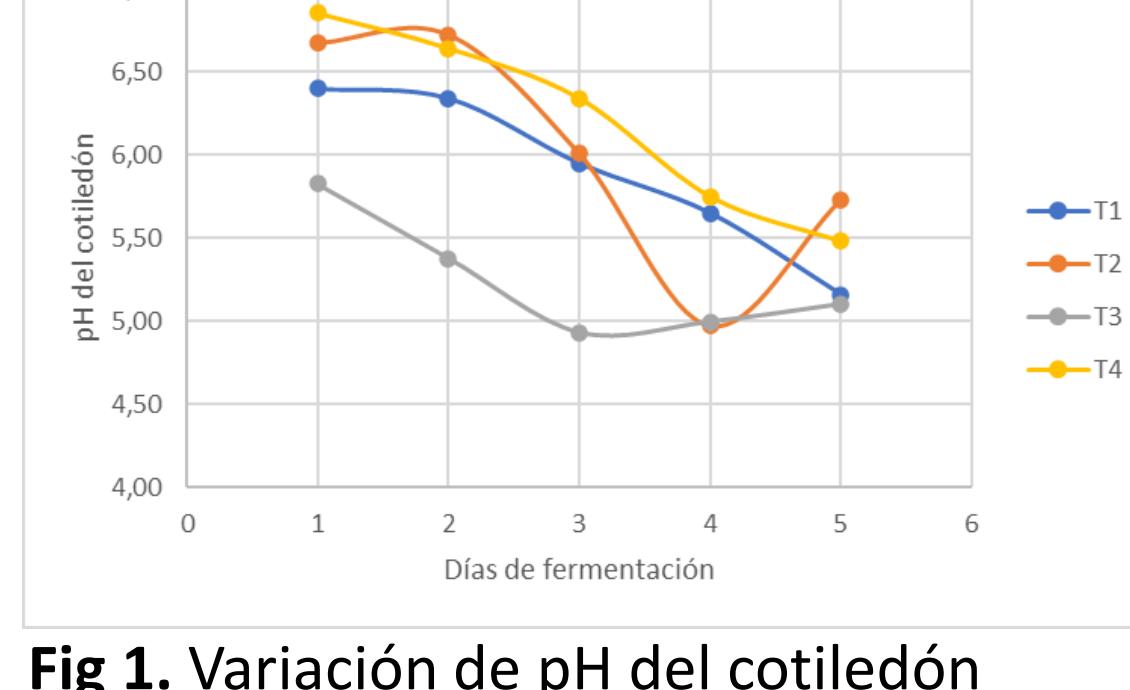


Fig 1. Variación de pH del cotiledón

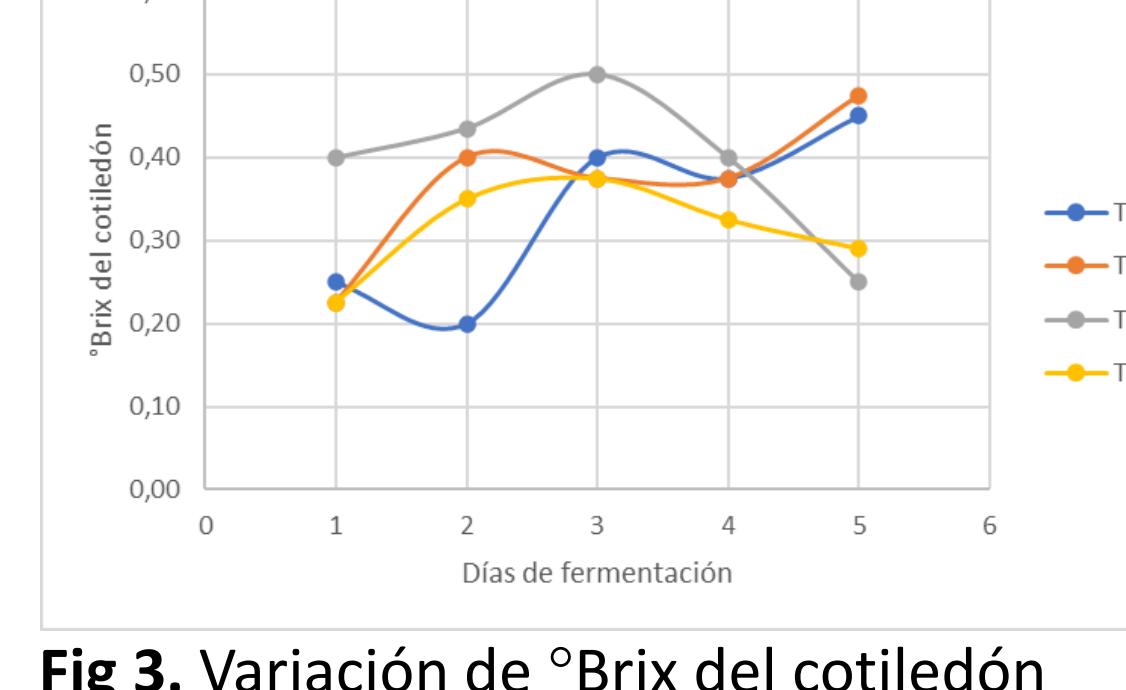


Fig 3. Variación de °Brix del cotiledón

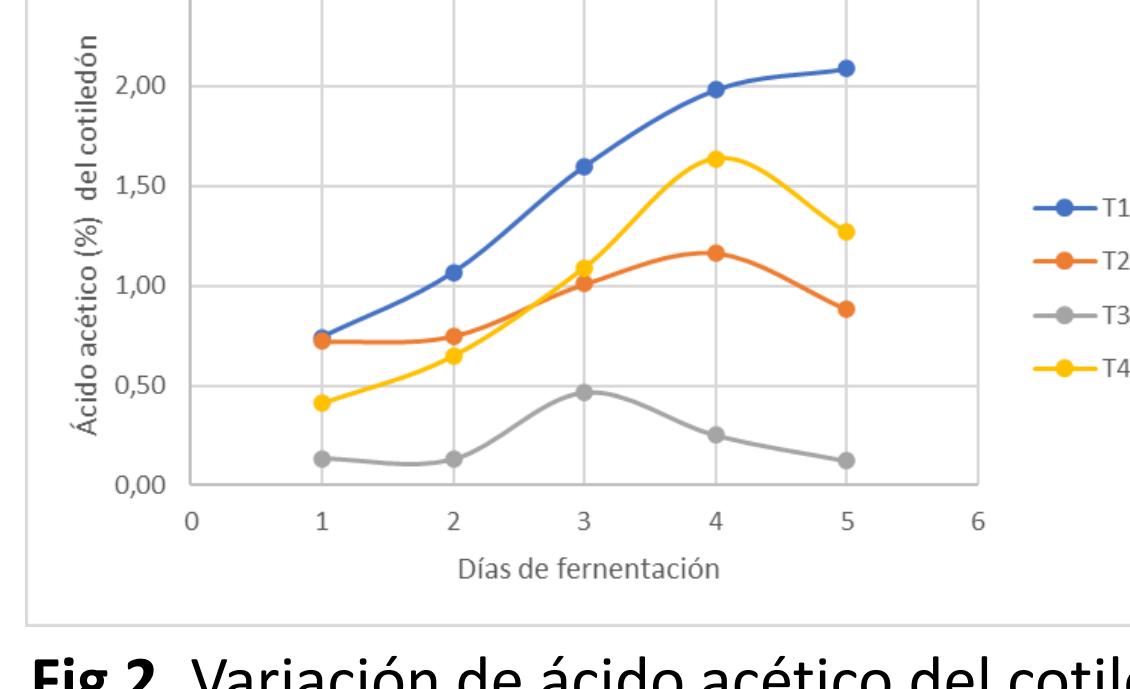


Fig 2. Variación de ácido acético del cotiledón

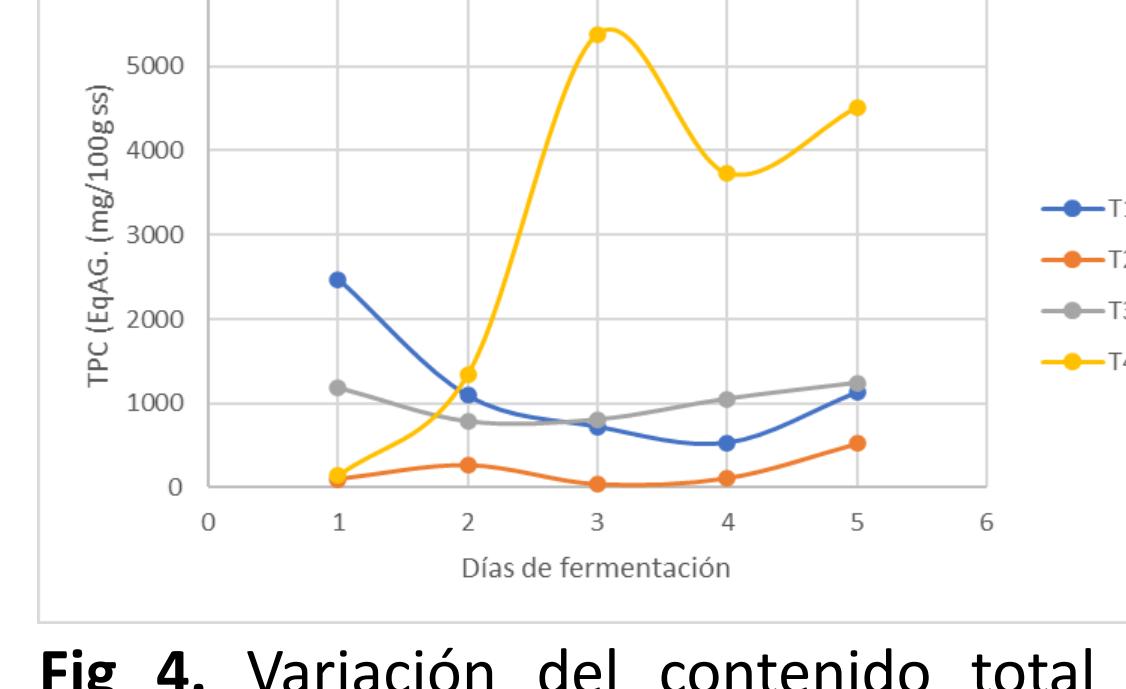


Fig 4. Variación del contenido total de polifenoles

### Análisis de granos secos

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de granos secos

| Tratamiento | Humedad (%) | pH   | Ácido acético (%) | °Brix |
|-------------|-------------|------|-------------------|-------|
| Control     | 6.55        | 5.20 | 0.50              | 0.50  |
| T1          | 5.36        | 5.10 | 0.62              | 0.47  |
| T2          | 5.46        | 4.82 | 0.80              | 0.60  |
| T3          | 5.61        | 5.01 | 0.65              | 0.53  |
| T4          | 4.79        | 4.91 | 0.76              | 0.68  |

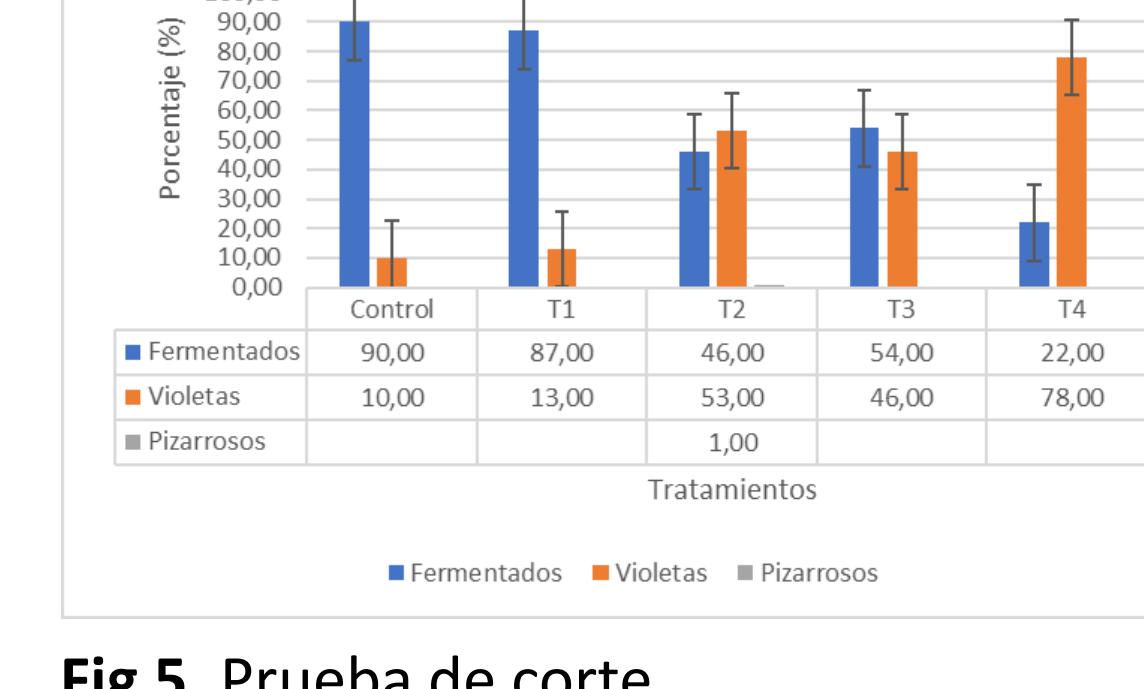


Fig 5. Prueba de corte

## CONCLUSIONES

- La oxigenación y agitación adecuada durante el proceso influye en la homogeneidad de la masa, mejorando la temperatura y permitiendo una fermentación precisa.
- El equipo de madera ofrece mayor fermentación, pero con alta acidez. En contraste, las almendras fermentadas en acero continuo muestran buen proceso y menor acidez, indicando que el equipo de acero mejora la calidad.
- Los análisis fisicoquímicos sugieren que el equipo óptimo para la fermentación es de acero inoxidable, con condiciones operativas: temperatura (37°C-45°C), pH (5.00-5.19) y 30 min diarios de remoción.
- La inversión inicial de \$340 para el biorreactor de acero supera al cajón de madera (\$150), pero ofrece ventajas como facilidad de limpieza, remoción continua, control y trazabilidad en tiempo real. Esta inversión respalda el ODS 8 al impactar la productividad económica y promover el trabajo decente para hombres y mujeres.

