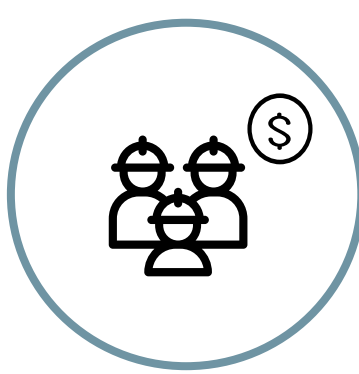
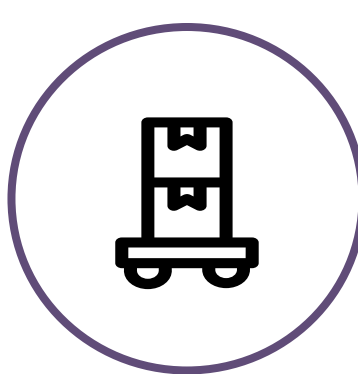


DISEÑO DE UN PROCESO DE FERMENTACIÓN CONTROLADO DE CACAO NACIONAL FINO DE AROMA (*Theobroma cacao L.*)

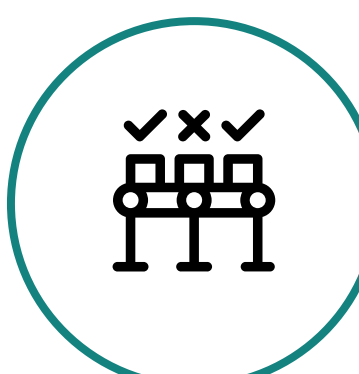
PROBLEMA



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 .

PROPUESTA

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

3. Metodología

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

5. Análisis de Costos

Costos de inversión, fijos y variables

4. Especificaciones del servicio

Empleo de biorreactores con sistema de remoción permanente

RESULTADOS

Análisis de granos fermentados

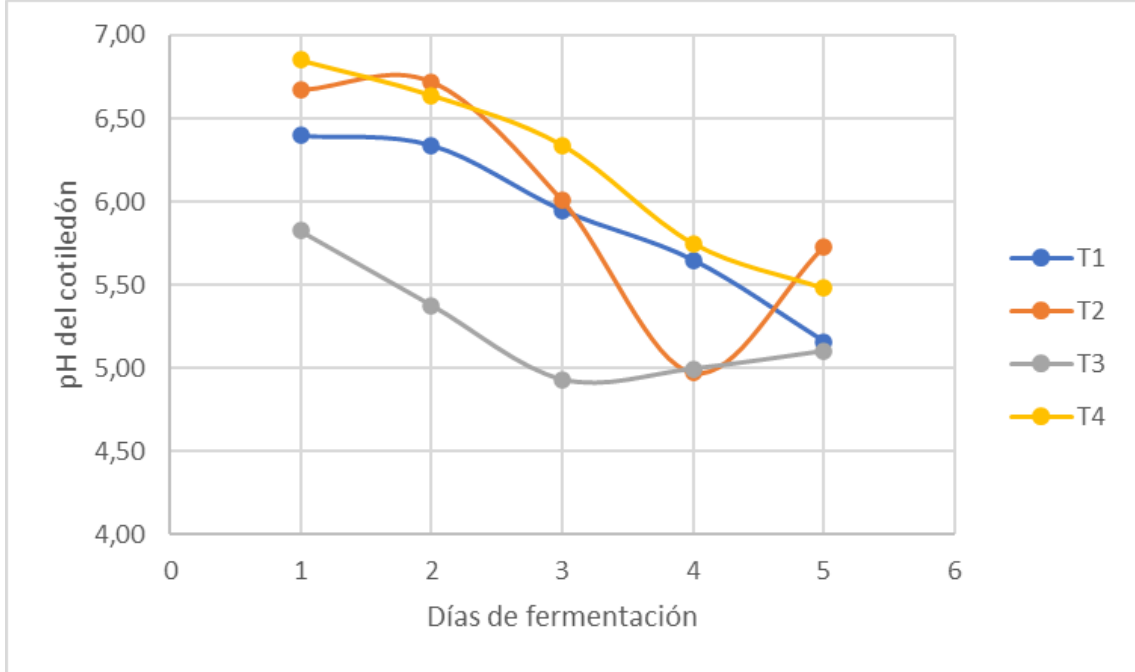


Fig 1. Variación de pH del cotiledón

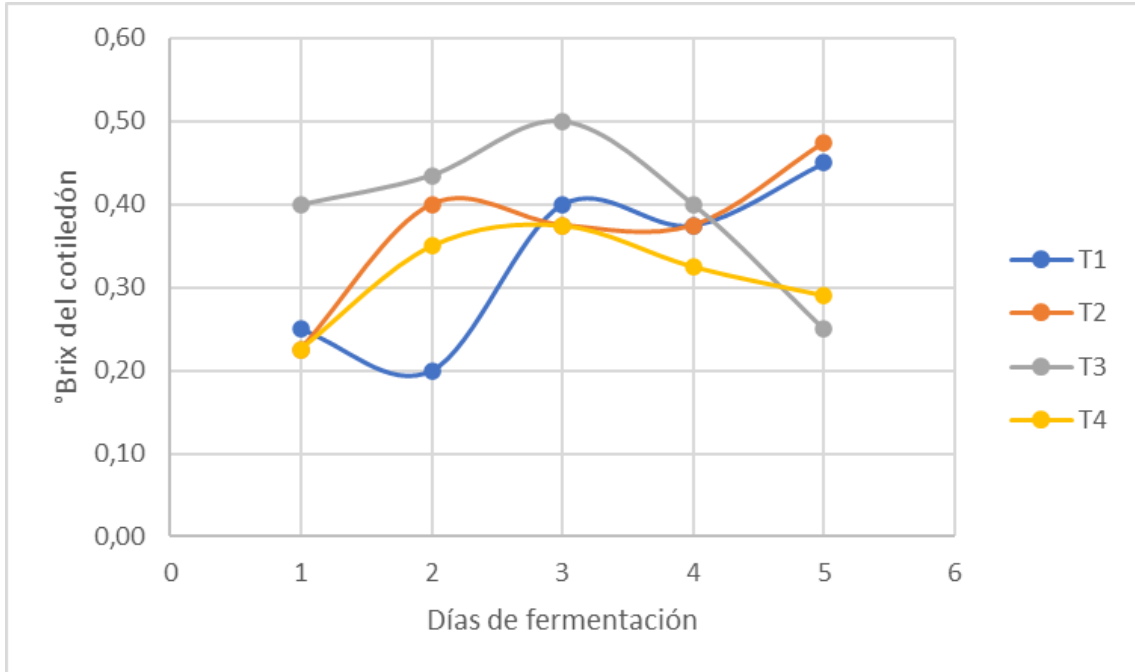


Fig 3. Variación de °Brix del cotiledón

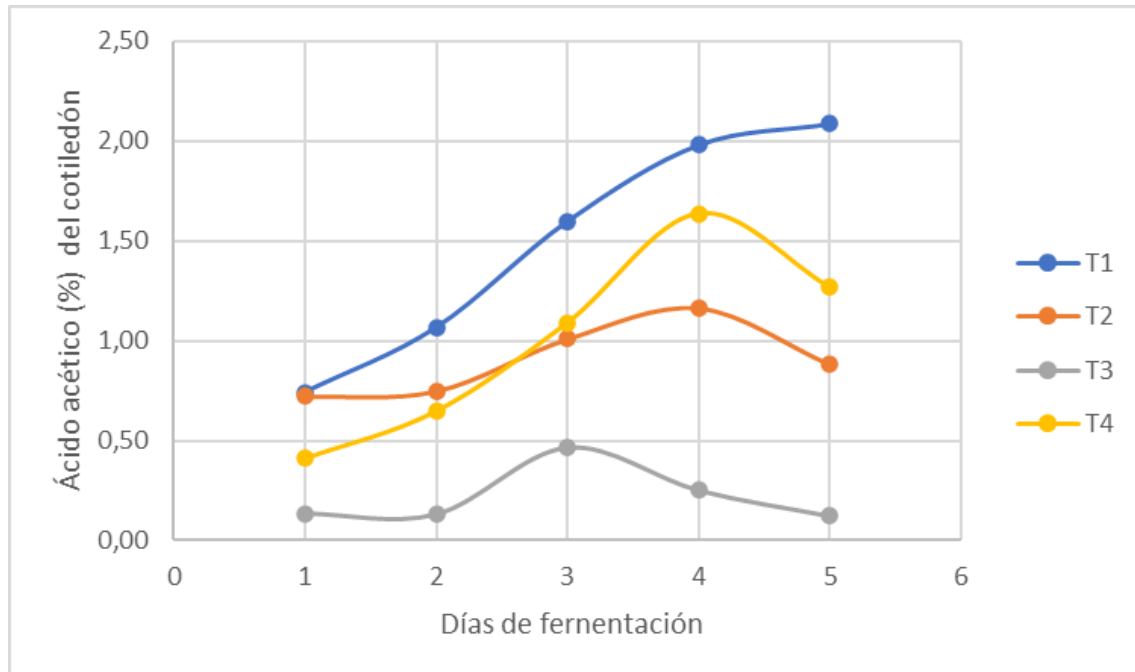


Fig 2. Variación de ácido acético del cotiledón

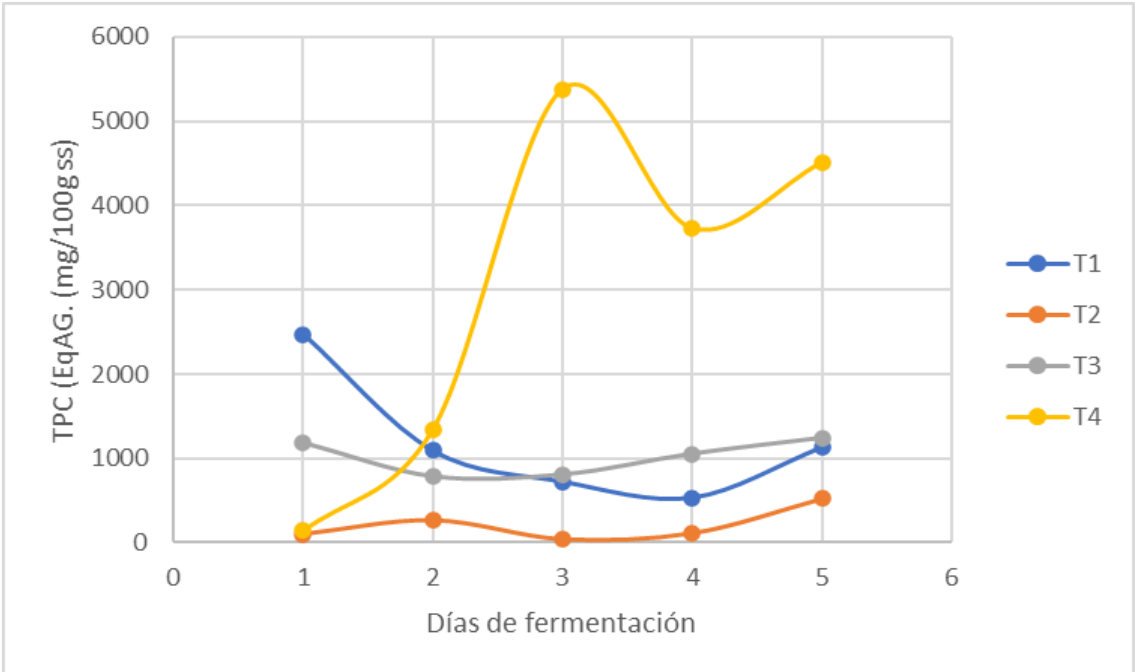


Fig 4. Variación del contenido total de polifenoles

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

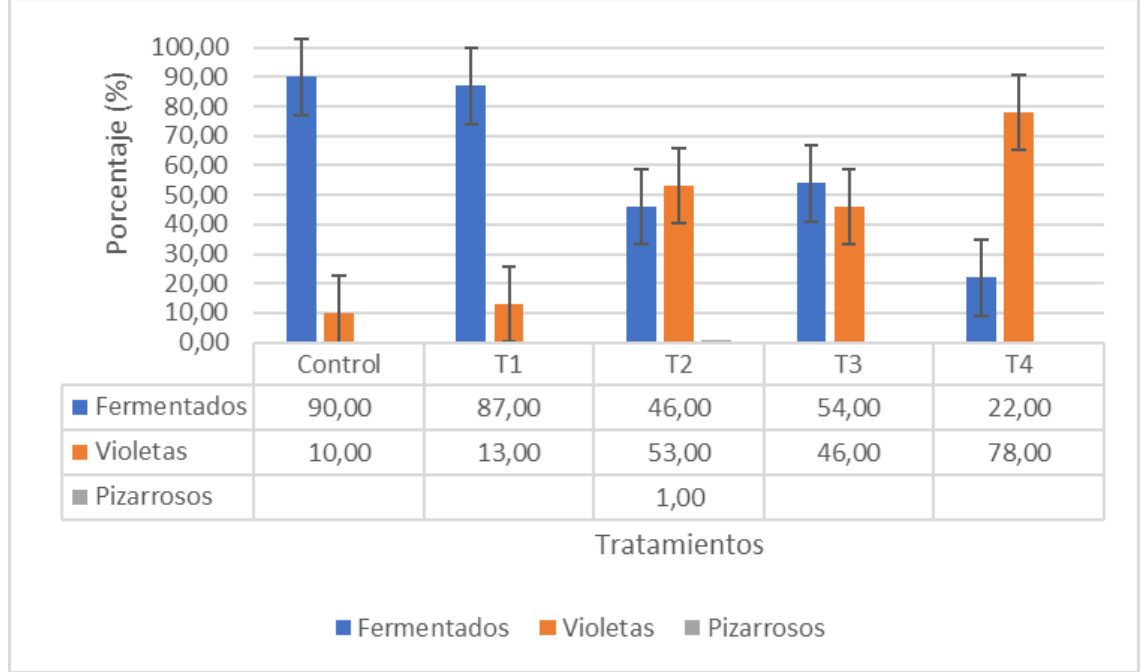


Fig 5. Prueba de corte

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.