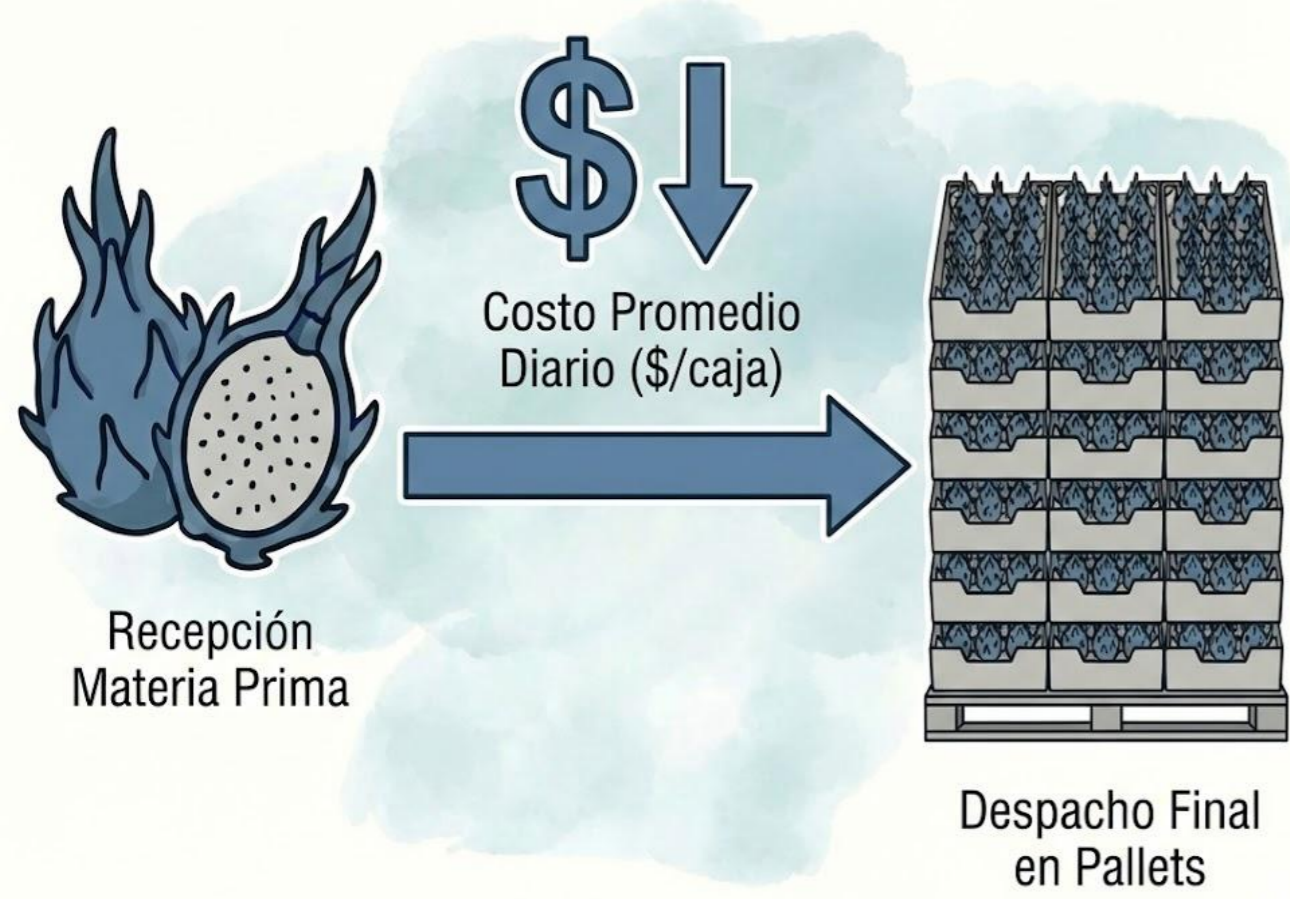


# REDUCCIÓN DEL COSTO UNITARIO DE CAJAS EN UNA EMPRESA EMPACADORA DE FRUTAS

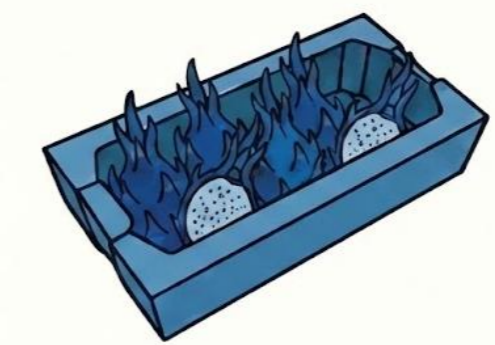


## PROBLEMA

Elevado costo unitario en la operación de empaque de una empacadora desde agosto de 2025, con un costo promedio de USD 1,41 por caja y picos de hasta USD 1,94, superando de forma sostenida el mínimo histórico alcanzado de USD 1,23.

## OBJETIVO GENERAL

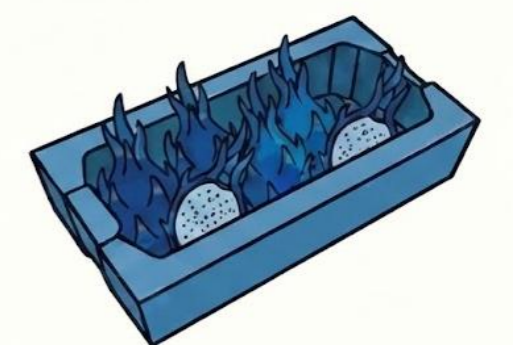
### SITUACIÓN INICIAL



**USD 1,41**  
Costo Promedio por Caja

↓ Punto de Partida

### META (SITUACIÓN FUTURA)



**USD 1,33**  
Costo Objetivo por Caja

✓ Resultado Esperado

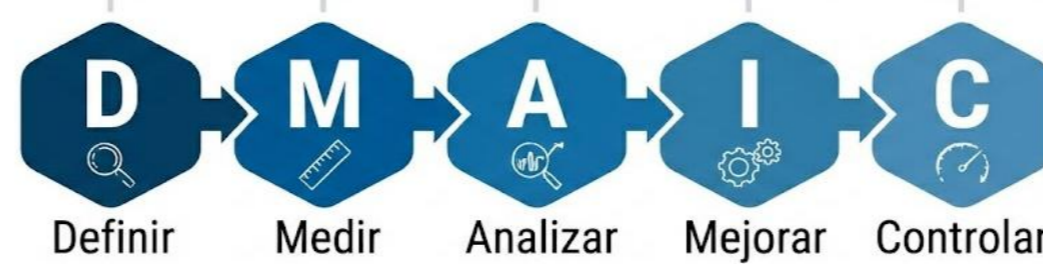
## ALCANCE

Desde la recepción de materia prima hasta el despacho final en pallets.

## CAUSA PRELIMINAR IDENTIFICADA

Alta entrada de fruta no conforme a las operaciones diarias.

## METODOLOGÍA DMAIC

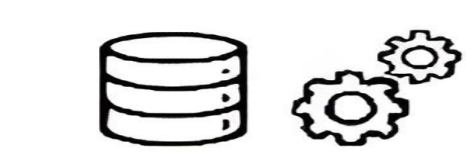


La planificación operativa se basa en supuestos fijos que no reflejan la variabilidad real del proceso ni de los proveedores.

✓ Sin comprometer los estándares de calidad del producto final.

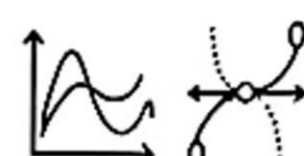
## PROPUESTA

Planificación operativa basada en datos enfocada en la reducción de costos.



### DATOS DE ENTRADA

- ✓ Rendimientos históricos por productor y fruta.
- ✓ Capacidades y parámetros operativos.
- ✓ Costos y restricciones del sistema.



### MODELO DE PREDICCIÓN

- ✓ Estimación de rendimiento por productor.
- ✓ Integración de datos históricos y recientes.
- ✓ Media Móvil Ponderada Exponencial (EWMA).



### MODELO DE OPTIMIZACIÓN

- ✓ Planificación de la producción a mínimo costo.
- ✓ Restricciones productivas, laborales y logísticas.
- ✓ Programación Lineal Entera Mixta (MILP).

### RESULTADOS ÓPTIMOS

- ✓ Asignación eficiente de recursos productivos.
- ✓ Minimización del costo unitario.
- ✓ Generación de indicadores clave de desempeño operativo para control.

### GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE REPORTES

- ✓ Reportes en PDF para soporte a decisiones.
- ✓ Almacenamiento automático en la nube.

## RESULTADOS

### TRIPLE LÍNEA BASE



El costo se redujo de \$1.41 a \$1.33 por caja.



Reducción del porcentaje de fruta no conforme en un 4%.



El 100% del personal propio involucrado fue capacitado en prácticas de mejora continua y uso de herramientas tecnológicas.

### Base de datos (Rendimientos)

N°	PRODUCTOR	FRUTA	PESO INGRESADO TOTAL (KG)	PESO DE RECHAZO TOTAL (KG)	% FRUTA NO CONFORME REAL (%)	RENDIMIENTO DE FRUTA HISTÓRICO	Promedio EWMA RENDIMIENTO
1		Roja Pulpa Blanca	2852.5	8697	0.304513189	0.895489211	0.298485453
2		Roja Pulpa Blanca	4818.5	622.5	0.129262148	0.870037252	0.729469097
3		Roja Pulpa Blanca	107.5	17.5	0.162790977	0.837290323	0.837290323
4		Roja Pulpa Blanca	1420.5	1231.5	0.865948257	0.1330517423	0.1330517423
5		Roja Pulpa Blanca	92.5	2.5	0.02702702703	0.972972973	0.972972973
6		Roja Pulpa Blanca	19830.8	3491.3	0.1760544204	0.8238455796	0.7526734299
7		Roja Pulpa Blanca	259	34	0.1312741513	0.868729687	0.868729687
8		Roja Pulpa Blanca	814.5	124	0.201760732	0.792099206	0.792099206
9		Roja Pulpa Blanca	24731.5	2110	0.0851420703	0.9148833703	0.8742481267
10		Roja Pulpa Blanca	3431	992	0.289128534	0.710871466	0.705600468
11		Roja Pulpa Blanca	5527	1117	0.2020987878	0.7978012122	0.8438425794
12		Roja Pulpa Blanca	8405.5	2216	0.263629699	0.6540473031	0.4200444444
13		Roja Pulpa Blanca	1787.5	334	0.186851489	0.8131488531	0.829883043
14		Roja Pulpa Blanca	479	77.5	0.161338912	0.8378891886	0.840255023
15		Roja Pulpa Roja	1582.9	750.4	0.474085586	0.5258234154	0.2144887443
16		Roja Pulpa Blanca	3782	1895	0.493125305	0.5068746695	0.4796515067
17		Roja Pulpa Blanca	19966	7226.5	0.3619402985	0.6380597015	0.5851446574
18		Roja Pulpa Blanca	6180.5	879.5	0.1423024027	0.8578875973	0.8068738234
19		Roja Pulpa Blanca	4892.5	17155	0.3501556361	0.6488443639	0.3189882808
20		Roja Pulpa Roja	5359	1471	0.2744915098	0.7255044904	0.5179140913
21		Golden Yellow	565	79	0.138220088	0.8607709912	0.8748821927

```

[1/15] -- PLANIFICACIÓN (INSTRUCCIONES Y PARÁMETROS PRE-ESTABLECIDOS)
-- PLANIFICACIÓN
Semana ISO: 4 | Año ISO: 2026
Fecha y hora: 2026-01-21 09:29:48 (America/Guayaquil)

Formato de horas:
- Puede ingresar horas como HH:MM (ej.: 08:30) o como decimal (ej.: 8.5).
- El rango válido es 00:00 a 24:00.
IMPORTANTE: Use PUNTO decimal si usa decimales. La COMA separa valores en listas.

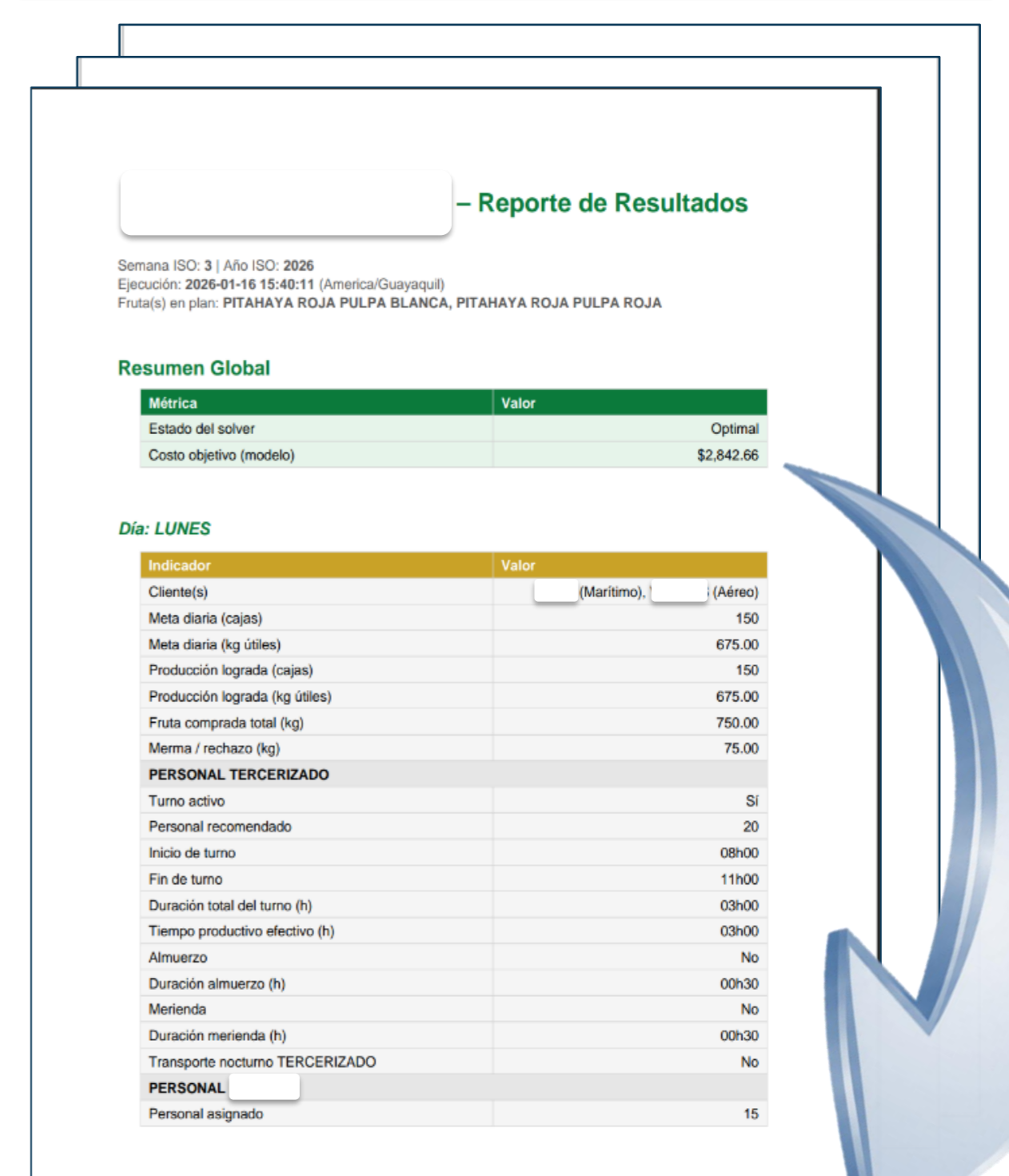
PARÁMETROS PRE-ESTABLECIDOS:
- Hora de Almuerzo: 13.50
- Hora de Reciénada: 19.00
- Hora para transporte nocturno: 19.00
- Duración Almuerzo: 0.50 h
- Duración Reciénada: 0.50 h
- Duración máxima jornada tercerizada: 8.00 h
- Productividad empaque (tercerizada): 31.07 kg/h/persona
- Máximo personal tercerizado por día: 90
- Kg por caja: 4.00

CAPACIDADES OPERATIVAS:
- Pallet Aéreo: 120 cajas
- Pallet Marítimo: 150 cajas
- Pallet Local: 120 cajas

[1/15] HORIZONTE DE PLANIFICACIÓN
Número de días a planificar:
    
```

Interfaz de ingreso de datos para planificación (Usuario)

### Reporte generado en PDF de resultados



Métrica	Valor
Estado del solver	Optimal
Costo objetivo (modelo)	\$2,842.66



Reducción del 83% del tiempo requerido para la planificación y generación de reportes diarios.

## CONCLUSIONES

1. La solución propuesta permitió **reducir** el costo unitario de \$1.41 a \$1.33, con un impacto directo en los costos asociados al personal de empaque tercerizado, principal componente del costo operativo, y sentó las bases para un **mayor control y análisis** de su desempeño, habilitando a futuro negociaciones más justas y alineadas al rendimiento del servicio.
2. Ambos modelos propuestos permitieron además, apoyar de manera efectiva la toma de decisiones en la compra de materia prima, alineando los volúmenes adquiridos con la capacidad productiva, el rendimiento esperado y los objetivos de costo, reduciendo el porcentaje de fruta no conforme en un 4% y permitiendo procesar en promedio hasta **48 cajas adicionales por día**.
3. Todo el personal propio involucrado en la toma de decisiones **fue capacitado al 100%** en prácticas orientadas a la mejora continua de los procesos y en el uso adecuado de la herramienta propuesta, permitiendo una **reducción del 83% en el tiempo** requerido para la planificación y la generación de reportes diarios.