

Modelo de Optimización.

Función-Lógica-Restricciones.



1. Restricciones implementadas

-Coherencia entre unidades: superficie vs kg

Anteriormente se comparaban directamente los kg de cultivo con los m² disponibles, lo que era incoherente.

✓ Solución aplicada: se incorporó el rendimiento por m² (kg/m²) mediante la columna:

```
cultivos_df["Rendimiento_kg_m2"] = cultivos_df["Rendimiento_promedio (kg/ha)"] / 10000
```

-Restricción de superficie disponible por mes

Se dividió cada cantidad sembrada por el rendimiento correspondiente para transformarlo a m² reales:

```
modelo += lpSum(x[p, m] * (1 / rendimientos[p]) for p in productos) <= superficie_total_m2
```

(He verificado que el modelo no acepta más producción de la que cabe físicamente.)

-Cantidad mínima rentable por cultivo (100 kg)

✓ Solución aplicada: introducción de variables binarias $z[p]$ que activan la siembra solo si se alcanza el mínimo:

```
modelo += lpSum(x[p, m] for m in meses) >= min_kg_por_cultivo * z[p]
```

```
modelo += lpSum(x[p, m] for m in meses) <= demandas[p] * z[p]
```

(He verificado que solo aparecen cultivos con 100 kg o más en los resultados finales.)

-Restricción de rotación agrícola (duración de cultivo)

✓ Solución aplicada: se impide que un mismo cultivo esté sembrado en meses consecutivos si su duración es de varios meses:

```
for p in productos:
```

```
    d = duraciones[p]
```

for m in meses:

for k in range(1, d):

if m + k in meses:

modelo += x[p, m] + x[p, m + k] <= demandas[p]

(He verificado que cada cultivo se siembra como máximo una vez en un rango equivalente a su duración.)

-Beneficio coherente según superficie y coste

✓ Solución aplicada: se calculó el beneficio como:

$\text{beneficio_kg} = \text{precio_kg} - \text{coste_generico}$

Y se optimiza:

modelo += lpSum(x[p, m] * beneficio_kg[p] for p in productos for m in meses)

El coste se asume total por kg, y no repetitivo por mes.

(He verificado que los beneficios son realistas y responden al rendimiento del cultivo.)

Resultados obtenidos

- El modelo con 5 cultivos selecciona adecuadamente y genera siembras rentables.
- El modelo con todos los cultivos también funciona y selecciona los más convenientes según beneficio y restricciones.
- Se genera un calendario mensual óptimo de siembras y cantidades.

CARLOS ROMAN

