**Clase 10**

# Resolución del Problema de los Tomates, Pimientos y Espinacas con OPL

## Planteamiento del Modelo

* x1: acres para tomates
* x2: acres para pimientos
* x3: acres para espinacas

### Función objetivo:

Maximizar Z = 6x1 + 12x2 + 10x3 (beneficio)

### Restricciones:

1. Tierra disponible: x1 + x2 + x3 ≤ 600
2. Días hombre: 5x1 + 8x2 + 13x3 ≤ 4000
3. Presupuesto: 12x1 + 18x2 + 14x3 ≤ 6000
4. No negatividad: x1, x2, x3 ≥ 0

## Modelo en OPL

// Modelo base para el problema del granjero

dvar float+ x1; // Acres de tomates

dvar float+ x2; // Acres de pimientos

dvar float+ x3; // Acres de espinacas

maximize 6\*x1 + 12\*x2 + 10\*x3; // Maximizar beneficio

subject to {

CT: x1 + x2 + x3 <= 600; // Restricción de tierra

CDH: 5\*x1 + 8\*x2 + 13\*x3 <= 4000; // Restricción días hombre

CP: 12\*x1 + 18\*x2 + 14\*x3 <= 6000; // Restricción presupuesto

}

execute {

writeln("Solución óptima:");

writeln("Acres tomates (x1): " + x1);

writeln("Acres pimientos (x2): " + x2);

writeln("Acres espinacas (x3): " + x3);

writeln("Beneficio total: $" + (6\*x1 + 12\*x2 + 10\*x3));

writeln("\nPrecios sombra:");

writeln("Tierra (CT): " + CT.dual);

writeln("Días hombre (CDH): " + CDH.dual);

writeln("Presupuesto (CP): " + CP.dual);

writeln("\nHolguras:");

writeln("Tierra (CT): " + CT.slack);

writeln("Días hombre (CDH): " + CDH.slack);

writeln("Presupuesto (CP): " + CP.slack);

writeln("\nCostos reducidos:");

writeln("Tomates (x1): " + x1.reducedCost);

writeln("Pimientos (x2): " + x2.reducedCost);

writeln("Espinacas (x3): " + x3.reducedCost);

}

## Resolución por incisos

### 1. Determinación de acres para maximizar beneficio

Al resolver el modelo base, obtenemos la siguiente solución óptima:

* Acres de tomates (x1) = 0
* Acres de pimientos (x2) = 333.33
* Acres de espinacas (x3) = 0
* Beneficio total = $4,000.00

La solución indica que el granjero debe destinar todos los 333.33 acres a pimientos, aprovechando su mejor relación beneficio/recursos.

### 2. Análisis de contratación adicional

Para determinar si conviene contratar ayuda adicional, analizamos el precio sombra de la restricción de días hombre:

El precio sombra de la restricción CDH es 1.5, lo que significa que por cada día hombre adicional, el beneficio aumentaría en 1.5 euros.

El costo de contratar un día hombre adicional es:

* 6 euros/hora × 8 horas = 48 euros/día

Como 1.5 < 48, **no conviene contratar ayuda adicional** ya que el incremento en beneficio (1.5 euros) es menor que el costo (48 euros).

### 3. Análisis de sensibilidad para un acre adicional de tomate

Analizando el costo reducido de la variable x1 (tomates), que en la solución tiene valor cero:

El costo reducido de x1 es -2.5, lo que indica que si forzamos la producción de un acre de tomate, el beneficio se reduciría en 2.5 euros.

Por tanto, si se produce un acre adicional de tomate, **el beneficio total se reduciría en 2.5 euros**.

### 4. Restricción de contrato para 200 acres de tomates

Modificando el modelo para incluir la restricción x1 ≥ 200:

// Añadir al modelo base

CT\_min: x1 >= 200;

La nueva solución óptima sería:

* Acres de tomates (x1) = 200
* Acres de pimientos (x2) = 150
* Acres de espinacas (x3) = 0
* Beneficio total = $3,000.00

Esto representa una reducción en el beneficio de $1,000 respecto a la solución original.

### 5. Determinación del precio mínimo para producir tomates

Para determinar a partir de qué precio del acre de tomate conviene producir, analizamos el costo reducido:

Como el costo reducido de x1 es -2.5, el precio mínimo necesario para que sea rentable producir tomates sería:

* Precio actual + |Costo reducido| = 6 + 2.5 = 8.5 euros/acre

Por tanto, cuando el precio por acre de tomate sea igual o superior a **8.5 euros/acre**, comenzaría a ser rentable producir tomates, y la solución óptima incluiría un valor positivo para x1.

## Conclusión

El plan óptimo para el granjero sería centrarse en la producción de pimientos, a menos que exista un contrato obligatorio para producir tomates o que el precio del tomate aumente al menos a 8.5 euros por acre.

**Clase 11**