



PAUTA DE CORRECCIÓN

ASIGNATURA: Investigación de Operaciones

CURSO: 4° J

DOCENTE (S): CC Raúl Bastidas Hernández

PRIMERA PREGUNTA: (50 puntos)

Un agricultor que dispone de una superficie de 80 hectáreas desea programar sus actividades para el próximo semestre. Los estudios realizados indican que los cultivos técnica y económicamente posibles son trigo, maíz, alfalfa y arroz. Dependiendo del tipo de cultivo a que está dedicada, cada hectárea tiene un rendimiento y requerimientos de capital, mano de obra y agua de riego. El capital considera las semillas, fertilizantes, etc. La mano de obra está constituida por el agricultor y sus 2 hijos que trabajan 25 días por mes, en promedio. Durante el primer trimestre, la jornada de trabajo es de hasta 8 horas por día y el segundo trimestre hasta 12 horas diarias. Los rendimientos en quintales métricos (qq) por hectárea y requerimientos por cultivo, así como el precio de venta se indican en la siguiente tabla. La mano de obra está en horas hombres (hh) por día y por hectáreas.

Cultivo	Rendimiento (qq/ha)	Precio de Venta (\$/qq)	Capital (\$/ha)	Agua 1° Trim. (m³/ha)	Agua 2° Trim. (m³/ha)	Mano Obra 1°Trim (hh/ha)	Mano Obra 2°Trim (hh/ha)
Trigo	25	10.000	1.500	600	800	1,5	2,5
Maiz	30	7.000	1.200	800	1.000	1,0	2,0
Alfalfa	20	8.000	1.000	700	800	1,5	2,0
Arroz	30	12.000	1.500	900	1.300	2,0	3,0

Formule un modelo de Programación Lineal que permita al agricultor decidir qué cantidad de hectáreas dedicar a cada cultivo de modo que el beneficio sea máximo, si dispone de un capital total de \$3.000.000, 90.000 m³ de agua de riego para el primer trimestre y 120.000 m³ para el segundo, y la hora hombre se valoriza a \$200 **(50 Puntos)**

Planteamiento:

Conjuntos (1 punto)

i= Cultivo
t= trimestre

Variables de Decisión (2 Puntos)

Xit: Hectáreas dedicadas para el cultivo i en el trimestre t (i=1,2,3,4) (t=1,2)

Función Objetivo (3 Puntos)

Maximizar
 $10.000 \cdot 25(X_{11} + X_{12}) + 7.000 \cdot 30(X_{21} + X_{22}) + 8.000 \cdot 20(X_{31} + X_{32}) + 12.000 \cdot 30(X_{41} + X_{42}) - 200 \cdot 25 \cdot (1,5 \cdot X_{11} + 1,0 \cdot X_{21} + 1,5 \cdot X_{31} + 2,0 \cdot X_{41} + 2,5 \cdot X_{12} + 2,0 \cdot X_{22} + 2,0 \cdot X_{32} + 3,0 \cdot X_{42})$

Restricciones

Disponibilidad de Capital (3 Puntos)

$1.500 \cdot (X_{11} + X_{12}) + 1.200 \cdot (X_{21} + X_{22}) + 1.000 \cdot (X_{31} + X_{32}) + 1.500 \cdot (X_{41} + X_{42}) \leq 3.000.000$

Disponibilidad de Hectáreas (3 Puntos)

$$X_{11}+X_{21}+X_{31}+X_{41} \leq 80$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32}+X_{42} \leq 80$$

Agua Riego Primer Trimestre (3 Puntos)

$$600 \cdot X_{11} + 800 \cdot X_{21} + 700 \cdot X_{31} + 900 \cdot X_{41} \leq 90.000$$

Agua Riego Segundo Trimestre (3 Puntos)

$$800 \cdot X_{12} + 1.000 \cdot X_{22} + 800 \cdot X_{32} + 1.300 \cdot X_{42} \leq 120.000$$

Horas Hombre Primer Trimestre (3 Puntos)

$$(1,5 \cdot 25 \cdot X_{11} + 1,0 \cdot 25 \cdot X_{21} + 1,5 \cdot 25 \cdot X_{31} + 2,0 \cdot 25 \cdot X_{41}) \cdot 3 \leq 3 \cdot 25 \cdot 8 \cdot 3$$

Horas Hombre Segundo Trimestre (3 Puntos)

$$(2,5 \cdot 25 \cdot X_{12} + 2,0 \cdot 25 \cdot X_{22} + 2,0 \cdot 25 \cdot X_{32} + 3,0 \cdot 25 \cdot X_{42}) \cdot 3 \leq 3 \cdot 25 \cdot 12 \cdot 3$$

No Negatividad (1 Punto)

$$X_{it} \geq 0 \quad i=1,2,3,4 \quad t=1,2$$

RESOLUCIÓN MEDIANTE SOLVER DE EXCEL:
Detalle de la implementación computacional en Solver: (15 Puntos).

Cultivo (i)	Rendimiento	Precio de Venta	Capital	Agua 1 Trim.	Agua 2 Trim	Mano Obra 1 Trim	Mano Obra 2 Trim
Trigo	25	10000	1500	600	800	1,5	2,5
Maiz	30	7000	1200	800	1000	1	2
Alfalfa	20	8000	1000	700	800	1,5	2
Arroz	30	12000	1500	900	1300	2	3

Variables:

X_{ij} : Cantidad de Hectareas dedicadas al cultivo i en el trimestre j

i: 1,2,3,4 (Cultivos)

j: 1,2 (trimestre 1 y 2)

X_{11}	X_{21}	X_{31}	X_{41}	X_{12}	X_{22}	X_{32}	X_{42}
0	24	0	0	0	0	0	12

Función Objetivo (Max. Beneficios)

\$ 8.460.000

Restricciones

Disponibilidad de Hectareas trim 1	24	<=	80
Diponibilidad de Hectareas trim 2	12	<=	80
Diponibilidad de horas Hombre en trimestre 1	1.800	<=	1.800
Diponibilidad de horas Hombre en trimestre 2	2.700	<=	2.700
Disponibilidad de Agua en trim1	19.200	<=	90.000
Disponibilidad de Agua en trim2	15.600	<=	120.000
Disponibilidad de Capital trim1	46.800	<=	3.000.000

Resultados de Solver

Solver ha hallado una solución. Se han satisfecho todas las restricciones y condiciones.

☒ Utilizar solución de Solver

☐ Restaurar valgres originales

Informes

Respuestas

Sensibilidad

Límites

Aceptar Cancelar Guardar escenario... Ayuda

Solución Óptima y Valor Óptimo: (10 Puntos).

Variables:	Xi: Cantidad de Hectareas dedicadas al cultivo i en el trimestre j					i: 1, 2, 3, 4 (Cultivos) j: 1, 2 (trimestre 1 y 2)		
	X11	X21	X31	X41	X12	X22	X32	X42
	0	24	0	0	0	0	0	12
Función Objetivo (Max. Beneficios)	\$ 8.460.000							

Notas:

- 1 Se debe subir el archivo Excel que contenga la resolución del modelo. En caso contrario se descuentan 25 Puntos.
2. La solución óptima y valor óptimo podrán diferir según los supuestos que pueda asumir cada grupo, los cuales deben ser explícitos.

Preguntas Adicionales:

a) Si el agricultor pudiera aumentar sus suministros de agua para riego durante el primer trimestre ¿Cuánto recomendaría usted contratar (en m³)? ¿Cuál debería ser la máxima disposición a pagar (en \$) por la cantidad por usted recomendada?. (20 Puntos).

En el informe de sensibilidad de Solver se puede apreciar que la restricción de disponibilidad de agua para riego durante el primer trimestre tiene precio sombra igual a cero. Aún más, existe una holgura de 70.800 metros cúbicos. Por tanto no se debería estar dispuesto a pagar más dinero por este recurso que resulta abundante.

Restricciones		Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
Celda	Nombre					
\$F\$24	Disponibilidad de Hectareas trim 1 X41	24	0	80	1E+30	56
\$F\$25	Diponibilidad de Hectareas trim 2 X41	12	0	80	1E+30	68
\$F\$26	Diponibilidad de horas Hombre en trimestre 1 X41	1.800	2.584	1800	4200	1800
\$F\$27	Diponibilidad de horas Hombre en trimestre 2 X41	2.700	1.393	2700	15300	2700
\$F\$28	Disponibilidad de Agua en trim1 X41	19.200	0	90000	1E+30	70800

b) ¿Recomendaría usted contratar más mano de obra para el primer y segundo trimestre? En caso afirmativo detalle su propuesta. **(20 Puntos)**.

Efectivamente. Dado el modelo propuesto la mano de obra es el recurso escaso en ambos trimestres. (Ver informe de Sensibilidad). El precio sombra de cada restricción establece el impacto en los beneficios al contar con más horas de mano de obra. Se puede proponer en forma individual (para cada trimestre) un aumento en el rango del aumento permisible y evaluar su impacto en los beneficios. Si se aumenta la disponibilidad de mano de obra en ambos trimestres el impacto en los beneficios se debe evaluar mediante una modificación directa de los parámetros en la planilla de cálculo y luego reoptimizando. **Se deben detallar los resultados.**

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS DEL TRABAJO REALIZADO **(5 Puntos)**.
PRESENTACIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO ENTREGADO **(5 Puntos)**.

Descuento por Atraso (-5 puntos por cada hora de atraso)