

# 1. Modelo matemático

## 1.1. Índices

- $t$  = Corresponde a la temporada.
- $s$  = Corresponde a la semana de la temporada correspondiente.
- $c$  = Corresponde a la platabanda
- $q$  = Corresponde al mes de la temporada correspondiente

## 1.2. Conjuntos

- $T$  = Corresponde al conjunto de temporadas.
- $S$  = Conjunto de semanas.
- $Q$  = Conjunto de meses.
- $M_q$  = Conjunto de semanas del mes  $q$

## 1.3. Parámetros

- $C_t$  = Costo de preparación de terreno para plantas en la temporada  $t$
- $U_{st}$  = Precio de venta por kilogramo de frutilla en el periodo  $s$  de la temporada  $t$
- $CF_t$  = Costo de mano de obra fija en la temporada  $t$
- $CV_{st}$  = Costo de mano de obra variable en el periodo  $s$  de la temporada  $t$
- $TP_t$  = Tasa de producción en kilogramos de frutilla por planta de  $t$  años
- $PF_{st}$  = Productividad mano de obra fija en el periodo  $s$  de la temporada  $t$
- $PS_{st}$  = Productividad mano de obra variable en el periodo  $s$  de la temporada  $t$
- $A_t$  = Número máximo de platabandas disponibles para cultivo en la temporada  $t$
- $CE_t$  = Costo de electricidad utilizada por el sistema de riego durante la temporada  $t$
- $CM_t$  = Costo por horas de arriendo de maquinaria en la temporada  $t$
- $CR_t$  = Costo de habilitar una platabanda en la temporada  $t$
- $B$  = Capacidad máxima de kilos de frutillas por bandeja
- $D_{st}$  = Volumen de demanda de frutillas en el periodo  $s$  de la temporada  $t$
- $CT_{st}$  = Costo de transporte en el periodo  $s$  de la temporada  $t$  por viaje realizado
- $CAP$  = Capacidad máxima de plantas por platabanda
- $BM$  = Número máximo de bandejas a transportar por viaje
- $SP$  = Número máximo de platabandas que pueden ser regadas por un sistema de goteo
- $TR$  = Tiempo requerido por una máquina para preparar una platabanda
- $DIS_{q,t}$  = 1, si una planta de  $t$  años, se encuentra disponible en el mes  $q$ .  
0, en caso contrario

## 1.4. Variables

$X_{st}$	=	Cantidad de kilogramos de frutillas recolectados en el periodo $s$ de la temporada $t$
$F_t$	=	Número de trabajadores fijos a contratar para la temporada $t$
$HM_t$	=	Número de horas máquinas utilizadas para la preparación del terreno en la temporada $t$
$V_{st}$	=	Número de trabajadores variables a contratar para el periodo $s$ en la temporada $t$
$Y_{st}$	=	Número de viajes realizados en el periodo $s$ de la temporada $t$
$NP_t$	=	Número de plantas preparadas en la temporada $t$
$NS_t$	=	Número de sectores de riego en la temporada $t$
$NC_t$	=	Número de platabandas preparadas en la temporada $t$
$NB_{st}$	=	Número de bandejas necesarias para almacenar las frutillas cosechadas en el periodo $s$ de la temporada $t$

## 1.5. Función Objetivo

$$\begin{aligned}
 Max Z = & \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} U_{st} \cdot X_{st} - \sum_{t \in T} C_t \cdot NP_t - \sum_{t \in T} CR_t \cdot NC_t - \sum_{t \in T} CM_t \cdot HM_t \\
 & - \sum_{t \in T} CF_t \cdot F_t - \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} CV_{st} \cdot V_{st} - \sum_{t \in T} CE_t \cdot NS_t - \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} CT_{st} \cdot Y_{st}
 \end{aligned} \tag{1.5.1}$$

Sujeto a :

$$NP_t \leq CAP \cdot NC_t \quad \forall t \in T \tag{1.5.2}$$

$$\sum_{i=1}^t NC_i \leq A_t \quad \forall t \in T \tag{1.5.3}$$

$$X_{st} \geq D_{st} \quad \forall s \in S, t \in T \tag{1.5.4}$$

$$\sum_{s \in M_q} X_{st} \leq \sum_{i=1}^t TP_{t-i+1} \cdot DIS_{q,t-i+1} \cdot NP_i \quad \forall q \in Q, t \in T \tag{1.5.5}$$

$$X_{st} \leq B \cdot NB_{st} \quad \forall s \in S, t \in T \tag{1.5.6}$$

$$X_{st} \leq PF_{st} \cdot F_t + PS_{st} \cdot S_{st} \quad \forall s \in S, t \in T \tag{1.5.7}$$

$$NB_{st} \leq BM \cdot Y_{st} \quad \forall s \in S, t \in T \tag{1.5.8}$$

$$NC_t \cdot TR \leq HM_t \quad \forall t \in T \tag{1.5.9}$$

$$\sum_{i=1}^t NC_i \leq SP \cdot NS_t \quad \forall t \in T \tag{1.5.10}$$

$$X_{st}, L_{st} HM_t \geq 0 \tag{1.5.11}$$

$$F_t, V_{st}, Y_{st}, NB_{st}, NP_t, NC_t, NS_t \in \mathbb{Z}_0^+ \tag{1.5.12}$$

## 1.6. Explicación Modelo

- La función objetivo (1.5.1) busca maximizar las utilidades obtenidas por la venta de kilos de frutillas. Para ello, se considera la diferencia entre los ingresos por venta y los costos asociados a las actividades del proceso productivo, encontrándose los costos de la preparación del terreno para las plantas y platabandas; costo de arriendo de maquinaria; costo de mano de obra fija e indirecta; costos de electricidad y el costo de traslado de la fruta.
- La restricción (1.5.2) indica que la instalación de plantas debe respetar la capacidad máxima de las platabandas.
- La restricción (1.5.3) condiciona que el número de platabandas que se instalen debe ir en concordancia al área disponible a plantar en la temporada  $t$ .
- La restricción (1.5.4) determina que la cosecha semanal debe estar relacionado con la demanda en tal periodo
- La restricción (1.5.5) establece que la cantidad de kilos de frutilla recogidas en el huerto debe ser menor o igual al rendimiento que tengan las plantas en la temporada correspondiente, únicamente si se encuentran disponible en tal mes.
- La restricción (1.5.6) permite balancear la cantidad de cajas necesarias en la etapa de cosecha dependiendo de su capacidad.
- La restricción (1.5.7) considera el rendimiento de la mano de obra directa e indirecta para la recolección de los frutos, la cual limita los kilos que se pueden obtener durante un periodo de cosecha determinado.
- La restricción (1.5.8) establece que el número de viajes que se realice estará condicionado a la capacidad máxima del medio de transporte utilizado para tal fin.
- La restricción (1.5.9) relaciona el número de platabandas con el tiempo requerido para su preparación.
- La restricción (1.5.10) permite balancear los sistemas de riego entre las platabandas sembradas.