



Gestores Financieros Y Actuariales

Proyecto de asesoría productiva agrícola.

Salinas, Feilbogen, Vallejo

Julio 2024

Contexto actual

Gestores Financieros y Actuariales

Empresa agricultora ubicada en Honduras,
especializada en el cultivo de pimiento morrón.



Contexto actual Gestores

Pimiento rojo, seleccionado sin previo análisis financiero



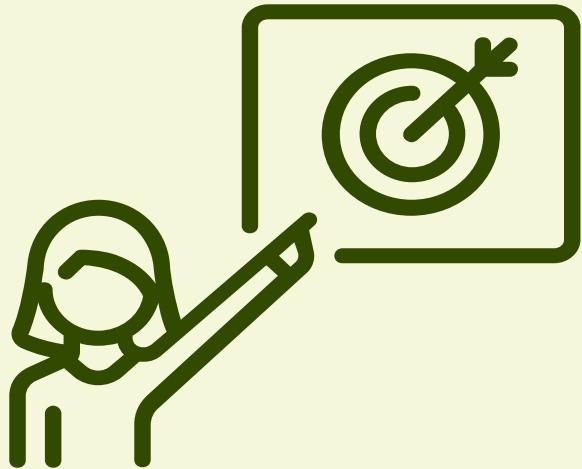
\$1.183.800 USD

Inversión total en 10 años

\$118.830.660 USD

Rentabilidad total en 10 años con 346.500 kg

Problema vs Solución



El problema

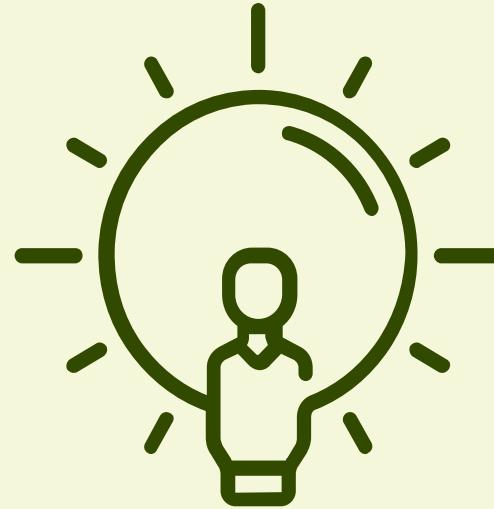
Falta de asesoría productiva maximizadora de ganancias y evaluación de mercados.

Escasez de profesionales en manipulación de datos y optimización en la región.

La solución

Desarrollar una planificación óptima de cultivos para los próximos 10 años.

Implementar una herramienta de automatización y optimización que asista a los gerentes en la futura planificación de cultivos junto a un análisis de riesgos.



Pasos del proyecto

- 1. Diseño del experimento y revisión de estudios previos.**
- 2. Recolección de datos y definición de función objetivo y restricciones.**
- 3. Validación e implementación de modelos de optimización.**
- 4. Desarrollo de interfaz web de restricciones.**
- 5. Análisis de resultados y riesgo.**

Diseño de la solución

Pronóstico detallado de cultivo para los próximos 10 años:

1. Combinación óptima de ingredientes y hectáreas
2. Costos variables y fijos
3. Cantidad de mano de obra
4. Tipos de ingredientes a producir con sus respectivos ciclos
5. Ganancia total esperada
6. País de comercialización



Optimización de cultivos

Total de hectáreas disponibles:

178

Inversión máxima disponible (USD):

3000000

Cantidad de cultivos a diversificar:

Optimizar

Interfaz interactiva web utilizando HTML.

Generación de un plan de cultivo óptimo ajustado a las necesidades del cliente.



Permite al usuario cambiar parámetros de acuerdo a necesidades específicas.

ITBA



Alcance de la solución

Diversificación de cultivos

Se supone responsabilidad del gerente, sin embargo la herramienta brinda apoyo indicando el grado de diversificación de los activos para el período establecido de 10 años.

Balance en la asignación de hectáreas

Alcance directo de la herramienta de la solución.

Detalle de costos

Alcance directo de la planificación óptima establecida.



Beneficios de la solución

Ahorro de tiempo y
dinero



Mitigación de
riesgos evaluando
precios



Flexibilidad



Límites y consideraciones

Presupuesto total
3 millones de dólares
Sin incluir mano de obra

Área disponible
178 hectáreas

Posibles cultivos
27



Límite de tiempo de producción

Restricción de no negatividad

Mercado a comercializar

P_{ij} : Precio de venta por unidad de cultivo i por país j ; $\forall i \in [0, 27]$; $\forall j \in [0, 5]$

R_i : Rendimiento (producción esperada) por hectárea del cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

x_i : Cantidad de hectáreas asignadas al cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

C_i : Costo de producción por hectárea de cultivo i , incluye materia prima. $\forall i \in [0, 27]$

CR_i : Costo de riego por hectárea de cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

T_i : Tiempo del ciclo del cultivo i (en años) ; $\forall i \in [0, 27]$

CR_k : Costo por tipo de riego k de acuerdo al cultivo i ; $\forall k \in [0, 1]$; $\forall i \in [0, 27]$

Función objetivo

Max (ROI) =

$$\left[\sum_i^{Cultivos} \sum_j^{Países} [P_{ij} \times R_i \times x_i] - \sum_i^{Cultivos} \sum_k^{Riego} [(C_i + CR_{ik}) \times x_i] \right] \times \left[\frac{Y}{T_i} \right] - \\ [SC \times MC \times TC + SG \times MG \times TG + SG \times TG]$$

Supuestos:

1. Demanda existente para cultivos
2. Capacidad máxima satisface la demanda
3. Parcela fija para el cultivo



P_{ij} : Precio de venta por unidad de cultivo i por país j ; $\forall i \in [0, 27]$; $\forall j \in [0, 5]$

R_i : Rendimiento (producción esperada) por hectárea del cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

x_i : Cantidad de hectáreas asignadas al cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

C_i : Costo de producción por hectárea de cultivo i , incluye materia prima. $\forall i \in [0, 27]$

CR_i : Costo de riego por hectárea de cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

T_i : Tiempo del ciclo del cultivo i (en años) ; $\forall i \in [0, 27]$

CR_k : Costo por tipo de riego k de acuerdo al cultivo i ; $\forall k \in [0, 1]$; $\forall i \in [0, 27]$

Función objetivo

Max (ROI) =

$$\left[\sum_i^{Cultivos} \sum_j^{Países} [P_{ij} \times R_i \times x_i] - \sum_i^{Cultivos} \sum_k^{Riego} [(C_i + CR_{ik}) \times x_i] \right] \times \left[\frac{Y}{T_i} \right] - \\ [500 \times 13 \times 20^{*1} + 750 \times 13 \times 120^{*2} + 1300 \times 120]$$

Supuestos:

1. Demanda existente para cultivos
2. Capacidad máxima satisface la demanda
3. Parcela fija para el cultivo



Algoritmos

Optimizador

Método Highs

Es conocido por su alta performance y capacidad para manejar un número grande de variables y restricciones eficientemente.

Optimizador: Frutilla



\$317.735.792 USD

Rentabilidad total en 10 años



\$322.155.792 USD

Ingreso con 352.800 kilos producidos

\$2.314.000 USD

Costo de producción en 10 años

▲ 95.5%

**Costos de
producción**

▲ 163.8%

Ingreso total

▲ 167.4%

Rentabilidad total

KPI	Pimiento rojo	Frutilla	Diferencia
Costo de mano de obra	\$2.106.000	\$2.106.000	0%
Costo de producción	\$1.183.800	\$2.314.000	+95,5%
Ingreso total	\$122.120.460	\$322.155.792	+163,8%
Rentabilidad total	\$118.830.660	\$317.735.792	+167,4%

Análisis de Riesgos

Fenómenos Climáticos de Riesgo

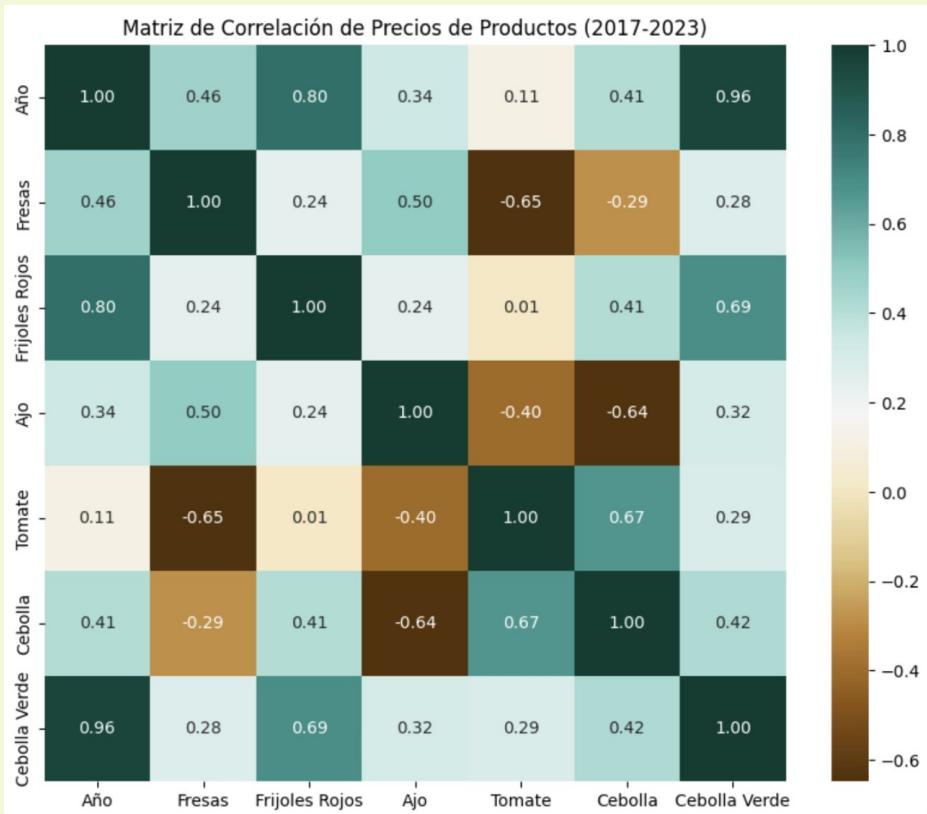
Fenómeno del Niño

El Niño se caracteriza por un calentamiento anómalo de las aguas del océano Pacífico, lo que generalmente provoca condiciones más secas en Centroamérica y facilita el crecimiento de cultivos que no requieren tantos fungicidas.

Fenómeno de la Niña

La Niña se asocia con un enfriamiento de las aguas del Pacífico y suele provocar un aumento de las lluvias en Centroamérica. Estas condiciones húmedas pueden favorecer el crecimiento de cultivos que necesitan mucha agua.

Matriz de correlación de precios



Alta correlación positiva entre Año y Frijoles Rojos (0.80) y Año y Cebolla Verde (0.96):

A medida que pasa el tiempo, los precios de los frijoles rojos y la cebolla verde tienden a aumentar.

Correlación negativa entre Tomate y Fresas (-0.65):

Los precios del tomate y las fresas tienden a moverse en direcciones opuestas. Cuando el precio de uno sube, el del otro tiende a bajar.

Correlación negativa significativa entre Año y Tomate (-0.65):

A lo largo del tiempo, el precio del tomate ha tendido a bajar, lo cual puede ser indicativo de mejoras en la producción, cambios en la demanda, o una mayor eficiencia en la cadena de suministro.

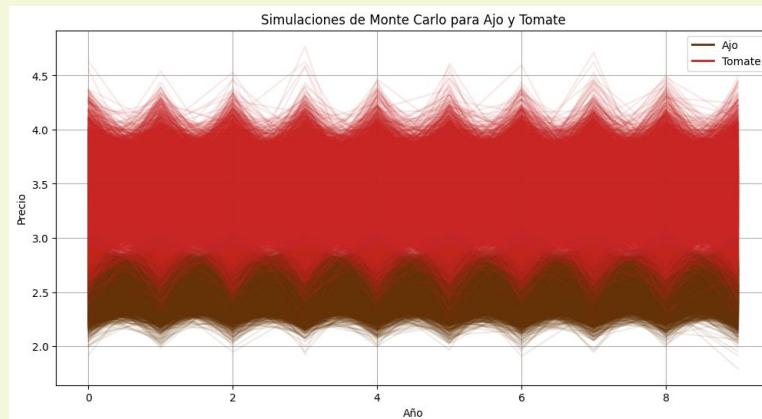
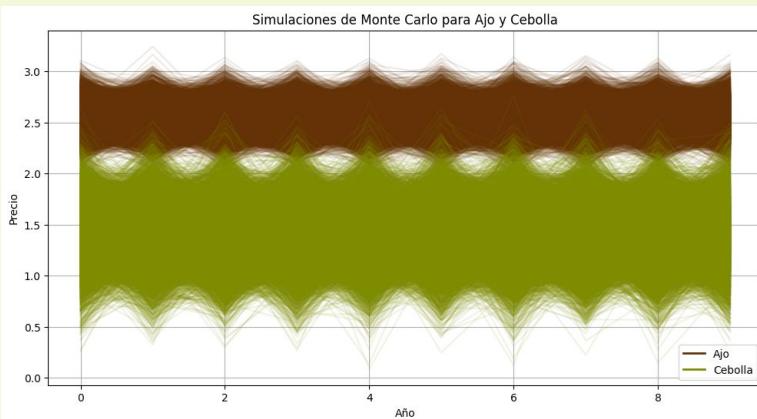
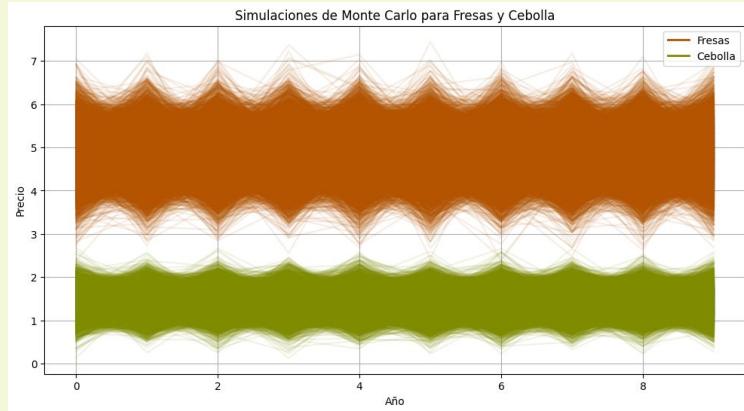
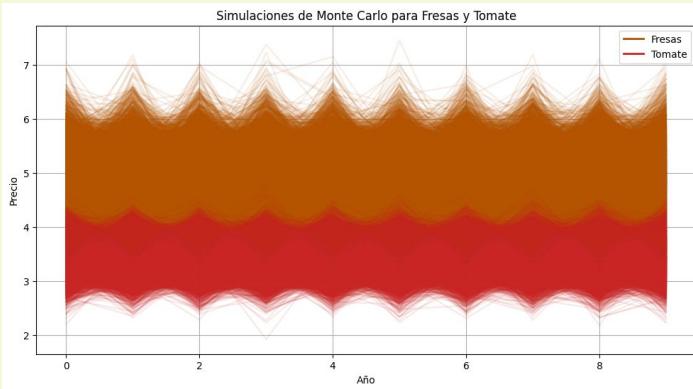
Predicción de la variabilidad de precios futuros

Se realizaron simulaciones de **Monte Carlo** para predecir los precios futuros de los frutos durante los próximos 10 años, utilizando datos históricos.

Luego, fueron generadas **10,000 simulaciones de precios futuros** para cada producto, asumiendo una distribución normal basada en la media y la desviación estándar de los datos históricos.

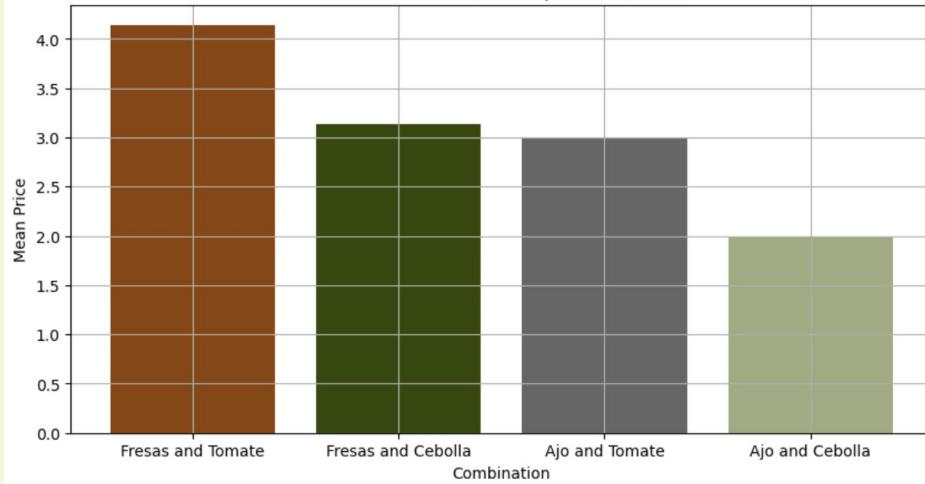
Combinación	Precio medio	Desviación estándar	Correlación
Frutilla y tomate	\$4.13	0.0048	-0.65
Frutilla y cebolla	\$3.13	0.0049	-0.29
Ajo y tomate	\$2.98	0.0022	-0.40
Ajo y cebolla	\$1.98	0.0023	-0.64

Predictión de la variabilidad de precios futuros

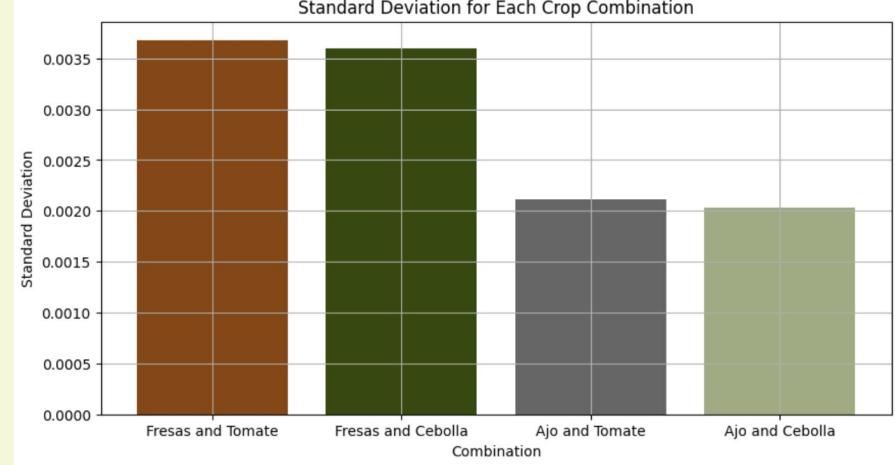


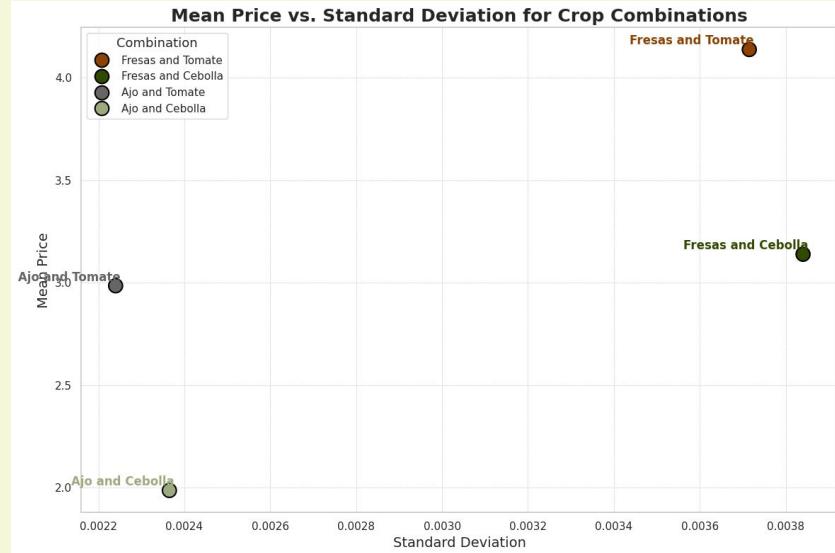
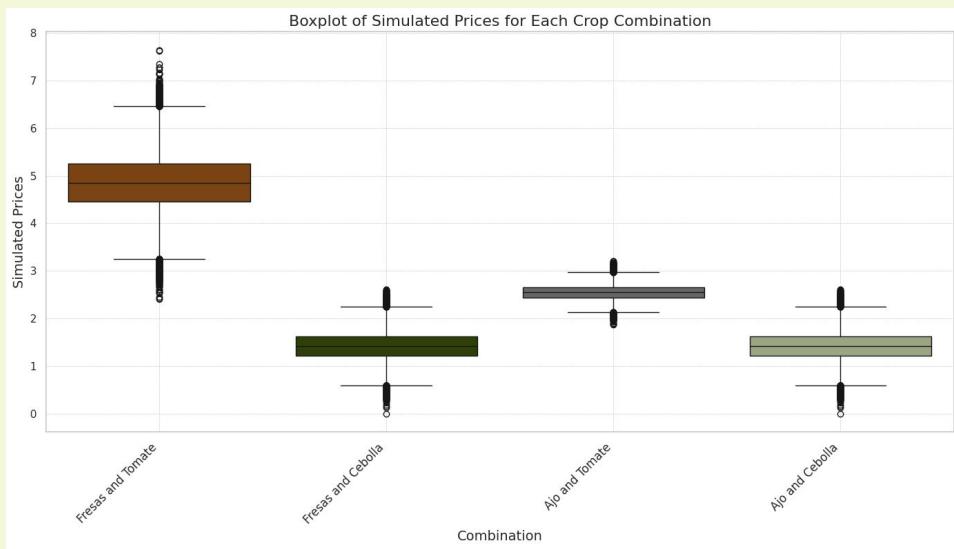
Predicción de la variabilidad de precios futuros

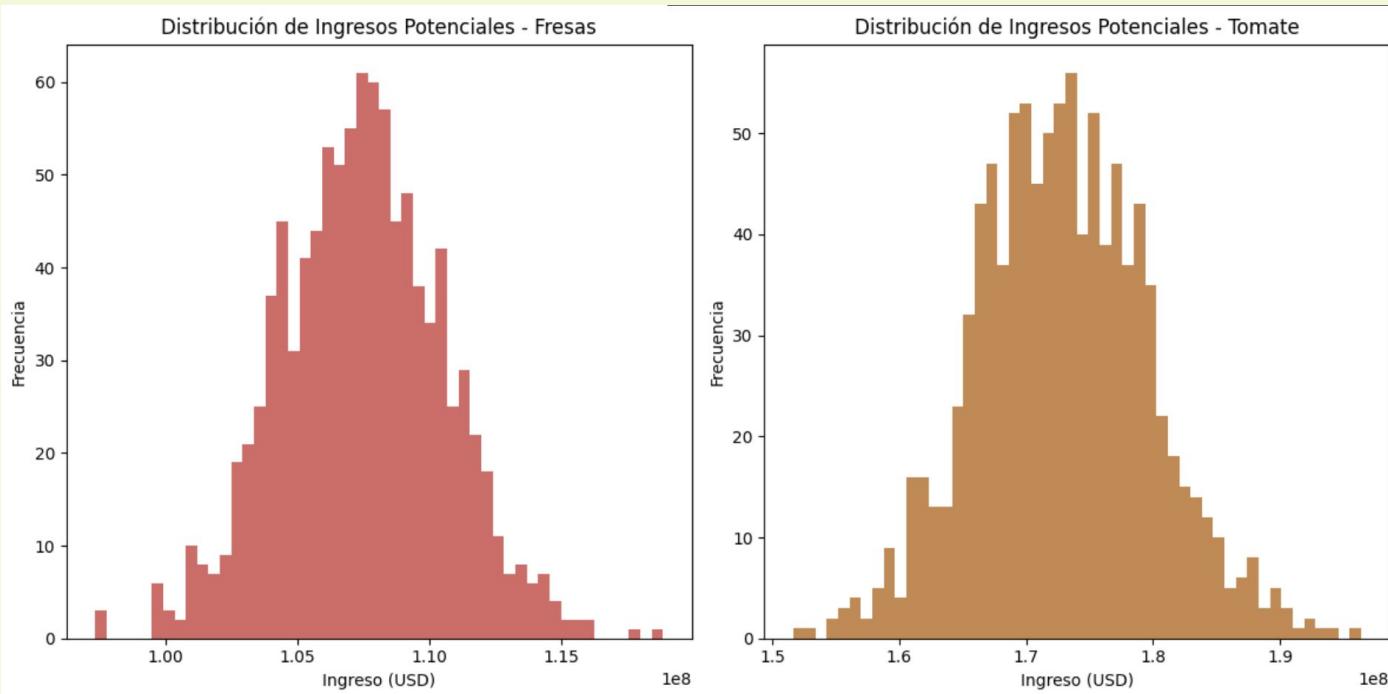
Mean Price for Each Crop Combination



Standard Deviation for Each Crop Combination







Rentabilidad de Frutillas
Fresas (Media= 103869609.9, desvio= 3059494.02)

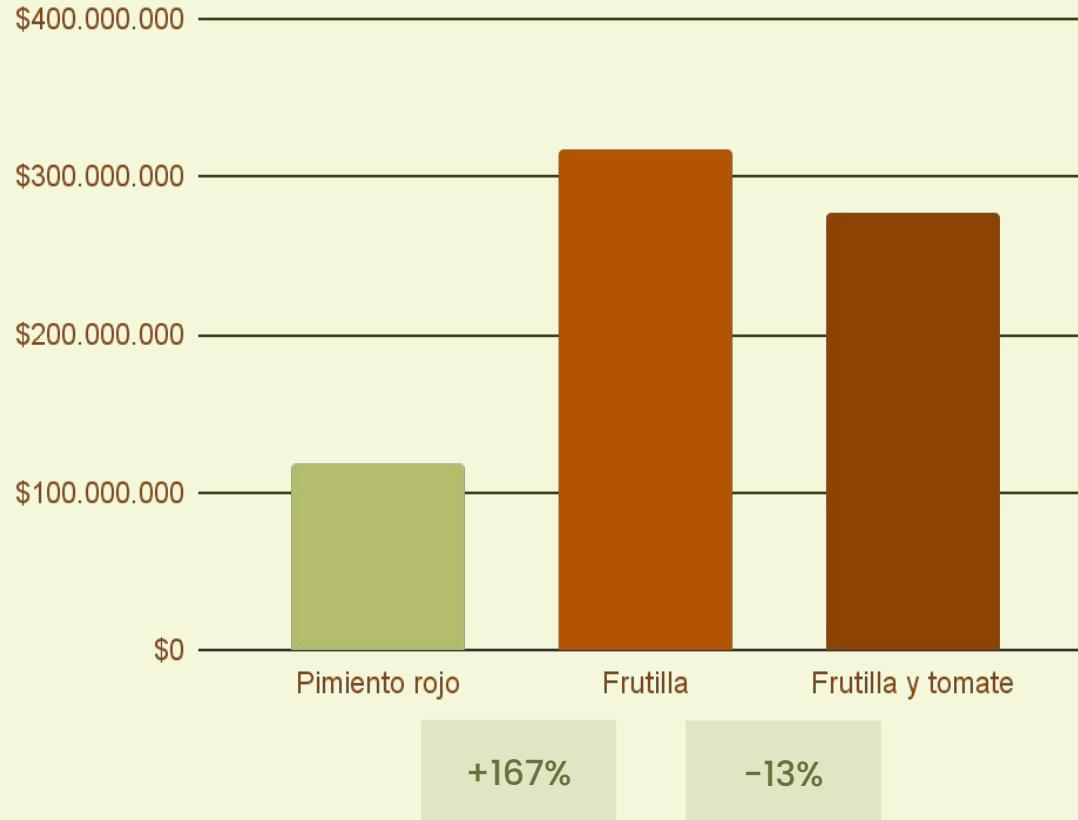
Rentabilidad de Tomates
Normal(Media=169203213.359, desvió= 6730665.4)

Análisis de resultados

KPI	Pimiento rojo	Frutilla	Frutilla y Tomate
Costo de mano de obra	\$2.106.000	\$2.106.000	\$2.106.000
Costo de producción	\$1.183.800	\$2.314.000	\$2.984.000
Ingreso bruto	\$122.120.460	\$322.155.792	Normal ($\mu=\$172846385$, $\sigma=\$6857213$, $\mu= \$107445963$, $\sigma=\$3101585$) Aprox \$280.292.348
Ingreso neto	\$118.830.660	\$317.735.792	Normal ($\mu=\$169203213.359$, $\sigma=6730665.4$) + Fresas ($\mu=\$103869609.9$, $\sigma=3059494.02$) Aprox \$273.072.822



ROI 3 escenarios



Variación de Pimiento rojo vs
Frutilla y tomate

+129%

ITBA



Frutilla y tomate

- Costo de mano de obra: \$2.106.000
- Costo de producción: \$\$2.984.000
- Ingreso total Normal ($\mu= \$172846385$, $\sigma=\$6857213$,
 $\mu= \$107445963$, $\sigma=\$3101585$)
- ROI Total: Normal ($\mu= \$169203213$, $\sigma= \$6730665$) + Fresas ($\mu= \103869609, $\sigma= \$3059494$)



Precio por kilogramo: Frutilla \$5.13 y tomate \$4.13

Correlación negativa entre Tomate y Fresa (-0.65)



	Temperatura	Agua	Luz solar
Tomate	20°C a 25°C	Riego regular y profundo	6-8 hs
Fresa	15°C a 20°C	Riego constante y uniforme	6 hs

La correlación negativa se explica porque las condiciones ideales para los tomates (más cálidas) no son ideales para las fresas (más frescas). Durante los períodos de clima cálido, el rendimiento de las fresas puede disminuir, aumentando su precio, mientras que el rendimiento de los tomates puede aumentar, reduciendo su precio, y viceversa.

Pimiento rojo vs Frutilla y Tomate

▲ 95.5%

Costos de
producción

▲ 163.8%

Ingreso neto

▲ 129%

Rentabilidad total

Próximos pasos

Potenciales próximos pasos

Soporte y
mantenimiento



Recomendación de
agroquímicos



Recopilación de
feedback





Encuesta de Satisfacción TPA - Proyecto de Asesoría Productiva

Su opinión es muy importante para nosotros y nos ayudará a mejorar nuestros servicios. Por favor, califique cada aspecto del proyecto de asesoria productiva y financiera en una escala del 1 al 5, donde :

- 1: Muy Insatisfecho
- 2: Insatisfecho
- 3: Neutral
- 4: Satisfecho
- 5: Muy Satisfecho

La encuesta debería tomar solo unos minutos de su tiempo. Gracias por participar en esta encuesta de satisfacción.

Optimizador web

Demo



José Rubén Salinas Aguilar



Muchas
gracias



Salinas, Feilbogen, Vallejo

Anexo

Finca Gestores



Precio de venta actuales y detalle de costos

- Guatemala: \$0,50 USD a \$0,75 USD por libra.
- El Salvador: \$0,60 USD a \$0,80 USD por libra.
- Honduras: \$0,70 USD a \$0,90 USD por libra.
- Nicaragua: \$0,80 USD a \$1,00 USD por libra.
- Costa Rica: \$0,90 USD a \$1,10 USD por libra.
- Empleados mensuales asalariados: Estos son 13 empleados que reciben un salario de \$750 USD mensuales. Se encargan del mantenimiento y cuidado de los cultivos en las 178 hectáreas de la finca completa.
- Empleados estacionales: Se contratan 13 empleados con un salario de \$500 USD mensuales, cuya labor consiste en quitar las malezas y sembrar el nuevo ciclo donde cada empleado cubre aproximadamente 14 hectáreas.
- Gerente de finca: Un gerente de finca con un salario mensual de \$1.300 USD, quién supervisa y gestiona todas las opciones en la finca.
- El sistema de riego utilizado es el riego por goteo, el cual incurre de un costo único de set up cada 10 años de \$3.000 USD por hectárea, adicionado a un costo mensual de \$6.000 USD por hectárea.

Situación actual financiera y operativa

- Costo por hectárea: \$600 USD.
- Capacidad de plantas por hectárea: 40.000 plantas.
- Tipo de riego: Goteo.
- Frecuencia de cosecha anual: 1 a 2 veces.
- Cantidad máxima de años de cosecha en 10 años: 7,22 años.
- Cantidad de cosechas cada 10 años: 10,83 cosechas.
- Producción anual por cosecha por planta: 0,8 kilogramos.
- Producción en 10 años por hectárea: 346.500 kilogramos.
- Precio por kilogramo: \$5,13 USD.
- Costo total por riego mensual por hectárea: \$6.000 USD.
- Ingreso total en 10 años: \$122.120.460 USD.
- Costo de producción en 10 años: \$1.183.800 USD.
- Costo de mano de obra en 10 años: \$2.106.000 USD.
- Inversión total en el plan de 10 años: \$3.289.800 USD
- Rentabilidad total en 10 años: \$118.830.660 USD.

Posibles cultivos

- Apple
- Orange
- Grape
- Banana
- Papaya
- Strawberry
- Blueberry
- Mango
- Pineapple
- Passion Fruit
- Pear
- Avocado
- Tangerine
- Cranberry
- Mammeey Apple
- Mandarin
- Carob
- Kiwifruit
- Onion
- Garlic
- Kidney Beans
- Green Onion
- Cilantro
- Blackberry
- Tomato
- Cherry
- Peach

Variables de la base de datos obtenida por Mintel

- Sub-Category: Producto que precisa de la semilla (Object)
- Región: Región de comercialización (Object)
- Market: País de compra del ingrediente (Object)
- Company: Empresa que demanda el ingrediente (Object)
- Ingredient: Semilla (Object)
- #: Unidades del ingrediente que hacen al producto (Int64)
- %: Porcentaje del producto que está compuesto por el ingrediente (Float64)

Posibles cultivos

- Item: Semilla (Object)
- Min Cost: Mínimo costo de producción por hectárea en USD (Int64)
- Max Cost: Máximo costo de producción por hectárea en USD (Int64)
- Avg Cost: Costo promedio de producción por hectárea en USD (Int64)
- Capacidad Min Hectárea: Cantidad de árboles/plantas mínimas que se pueden sembrar por hectárea (Int64)
- Capacidad Max Hectárea: Cantidad de árboles/plantas máximas que se pueden sembrar por hectárea (Int64)
- Min Time: Tiempo mínimo de cosecha en años (Float64)
- Max Time: Tiempo máximo de cosecha en años (Float64)
- Avg Time: Tiempo promedio de cosecha en años (Float64)
- Tipo de riego: Tipo de riego que se utiliza para el ítem. [Goteo; Microaspersión] (Object)
- Costo Estimado: Costo estimado por riesgo de goteo en USD por Hectárea (Int64)
- Precio Por Libra USA: Precio de venta por libra en USA (Float64)
- Precio por Libra Argentina: Precio de venta por libra en Argentina (Float64)
- Precio Por Libra Brasil: Precio de venta por libra en Brasil (Float64)
- Precio por Libra Mexico: Precio de venta por libra en México (Float64)
- Peso por Libra Chile: Precio de venta por libra en Chile (Float64)
- Precio Por Libra Centroamérica: Precio de venta por libra en Centroamérica (Float64)
- Ciclos mínimos después del primer cultivo: Ciclos mínimos necesarios para realizar el siguiente cultivo (Object)
- Ciclos máximos después del primer cultivo: Ciclos máximos necesarios para realizar el siguiente cultivo (Object)
- Frecuencia de producción anual (Object)
- Producción anual mínima por árbol/planta (Object)
- Producción anual máxima por árbol/planta (Object)

Base final luego del procesamiento

Item	Min Cost	Max Cost	Avg Cost	Capacidad Min Hectárea	Capacidad Max Hectarea	Min Time	Max Time	Avg Time	Tipo de Riego	Costo Estimado	Tipo	Precio Por Kilo USA	Precio Por Kilo Argentina	Precio Por Kilo Brasil	Precio Por Kilo Mexico	Precio Por Kilo Chile	Precio Por Kilo Centroamerica	
0	apple	1500	3000	2250	1900	2857	3.0	5.0	4.0	Goteo	3000	Fruta	2.469174	1.97534	1.876573	1.925956	2.296332	1.940771
1	apple	1500	3000	2250	1900	2857	3.0	5.0	4.0	Goteo	3000	Fruta	2.469174	1.97534	1.876573	1.925956	2.296332	1.940771

Promedio Ciclos Mínimos	Promedio Ciclos Máximos	Promedio Producción Anual Mínima	Promedio Producción Anual Máxima	Promedio Frecuencia Producción Anual	ID	Sub-Category	Region	Market	Company	#	Tag	Costo total Hectarea	Producción total anual
4.5	50.0	75.0	250.0	1.0	6	Tutti Frutti	Brazil	Brazil	Carrefour	5	M	6428250	714250.0
4.5	50.0	75.0	250.0	1.0	6	Tutti Frutti	Brazil	Brazil	Carrefour	2	L	6428250	714250.0



Optimizador web

Optimización de cultivos

Total de hectáreas disponibles:

Inversión máxima disponible (USD):

Cantidad de cultivos a diversificar:

Optimizar

	Item	Hectáreas asignadas	Producción estimada en 10 años (kg)	Ingreso potencial en 10 años (USD)	Costo total estimado (USD)
5	Strawberry	178.0	62798400.0	322155792.0	2314000.0

EDA

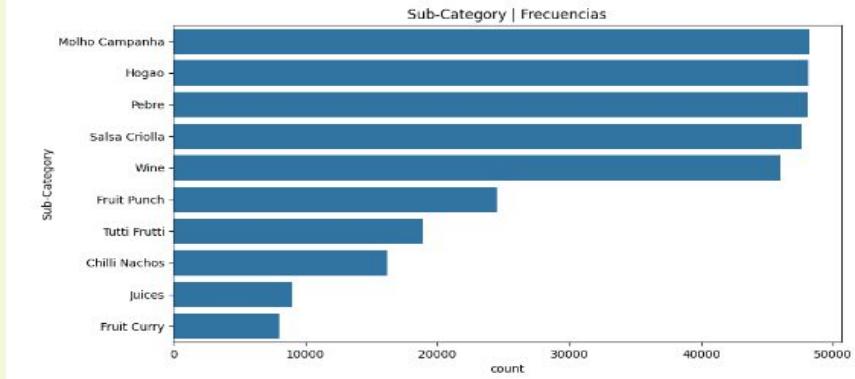
Datos duplicados

	Item	Min Cost	Max Cost	Avg Cost	Capacidad Min Hectárea	...	Company	#	Tag	Costo total Hectarea	Produccion total anual	
5	apple	1500	3000	2250		1900	...	Carrefour	1	M	6428250	714250.0
9	apple	1500	3000	2250		1900	...	Carrefour	3	M	6428250	714250.0
10	apple	1500	3000	2250		1900	...	Carrefour	1	M	6428250	714250.0
13	apple	1500	3000	2250		1900	...	Carrefour	4	L	6428250	714250.0
14	apple	1500	3000	2250		1900	...	Carrefour	6	M	6428250	714250.0

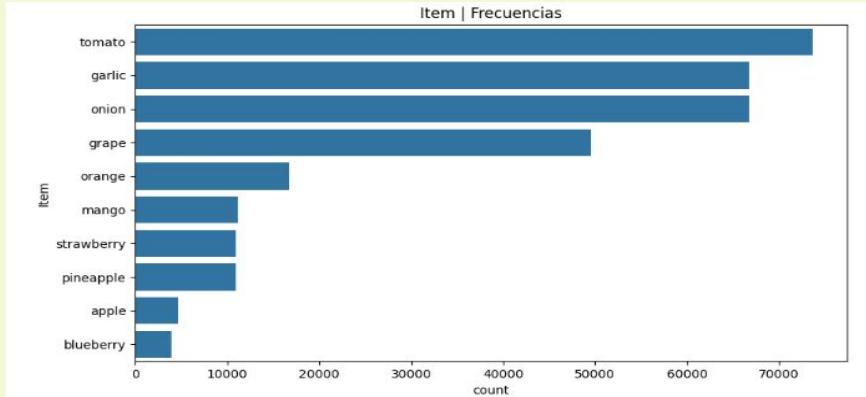
Descripción datos tipo Object

	Count	Unique	Top	Freq
Item	332.460	28	tomato	73.700
Tipo de Riego	332.460	2	Goteo	312.482
Sub-Category	332.460	25	Molho Campanha	48.216
Region	332.460	4	South America	268.400
Market	332.460	10	Argentina	82.578
Company	332.460	92	Cencosud - Colombia	24.288
Tag	325.460	5	M	15.057

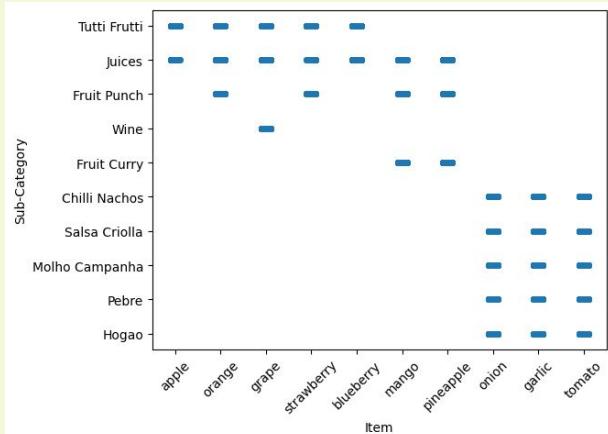
Frecuencias de Sub-Category



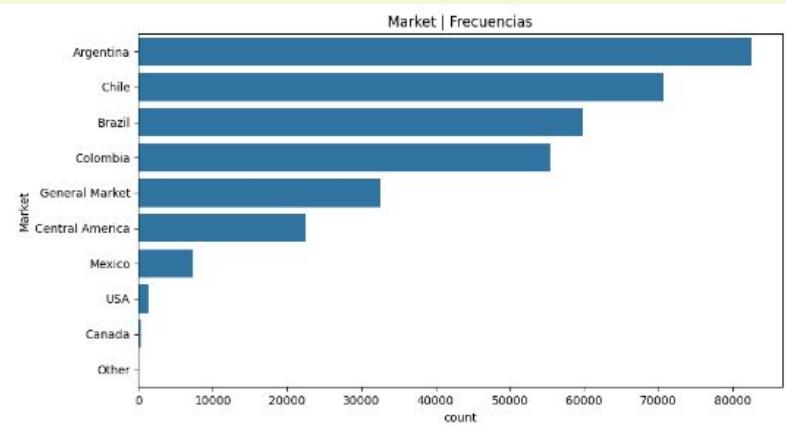
Frecuencias de Ítem



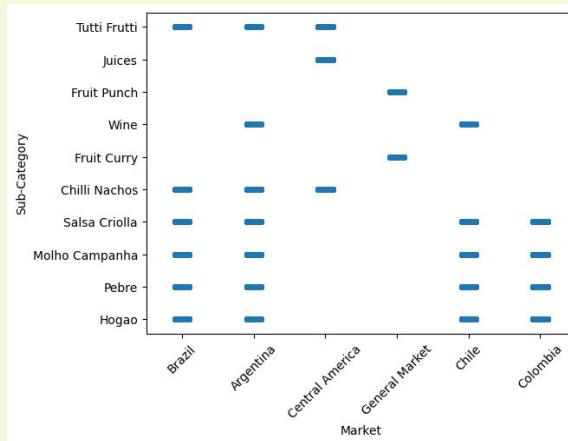
Relación Ítem y Sub-Category



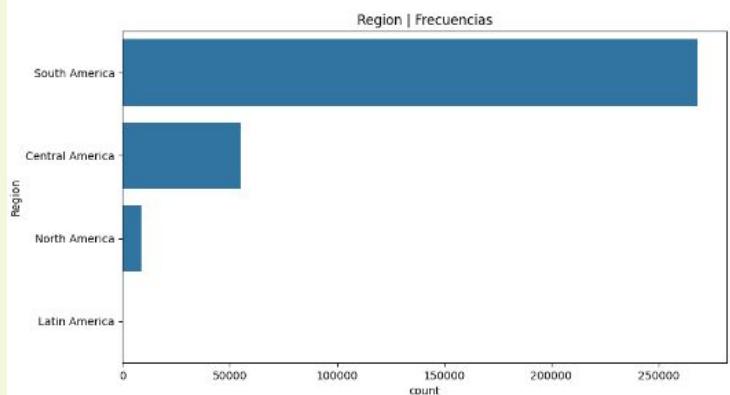
Frecuencias de Market



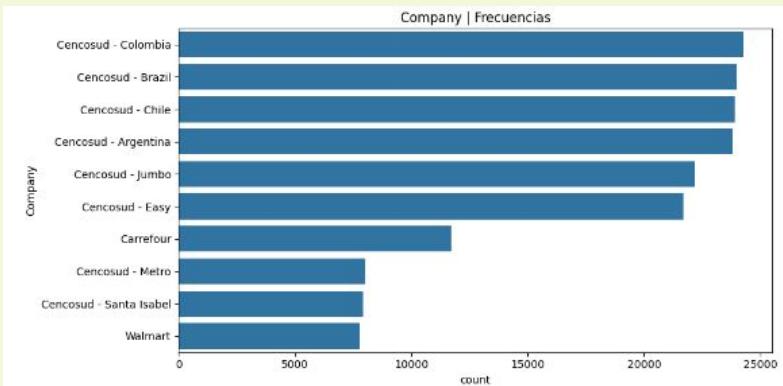
Relación Market y Sub-Category



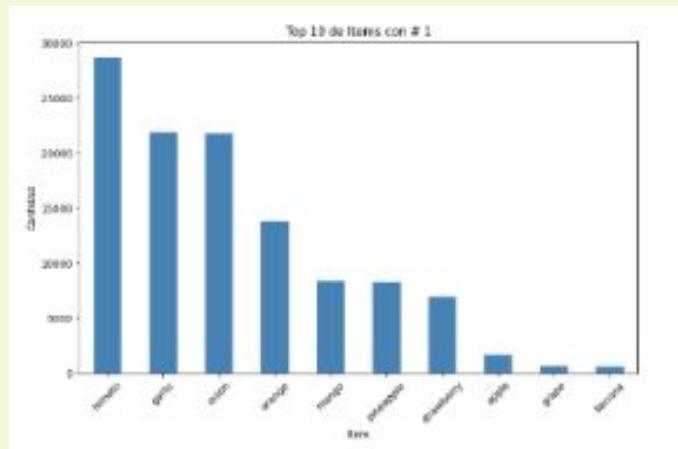
Frecuencias de Region



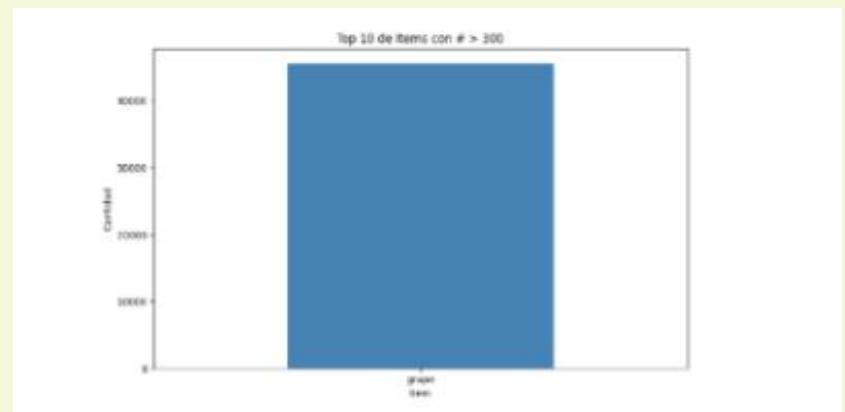
Frecuencias de Company



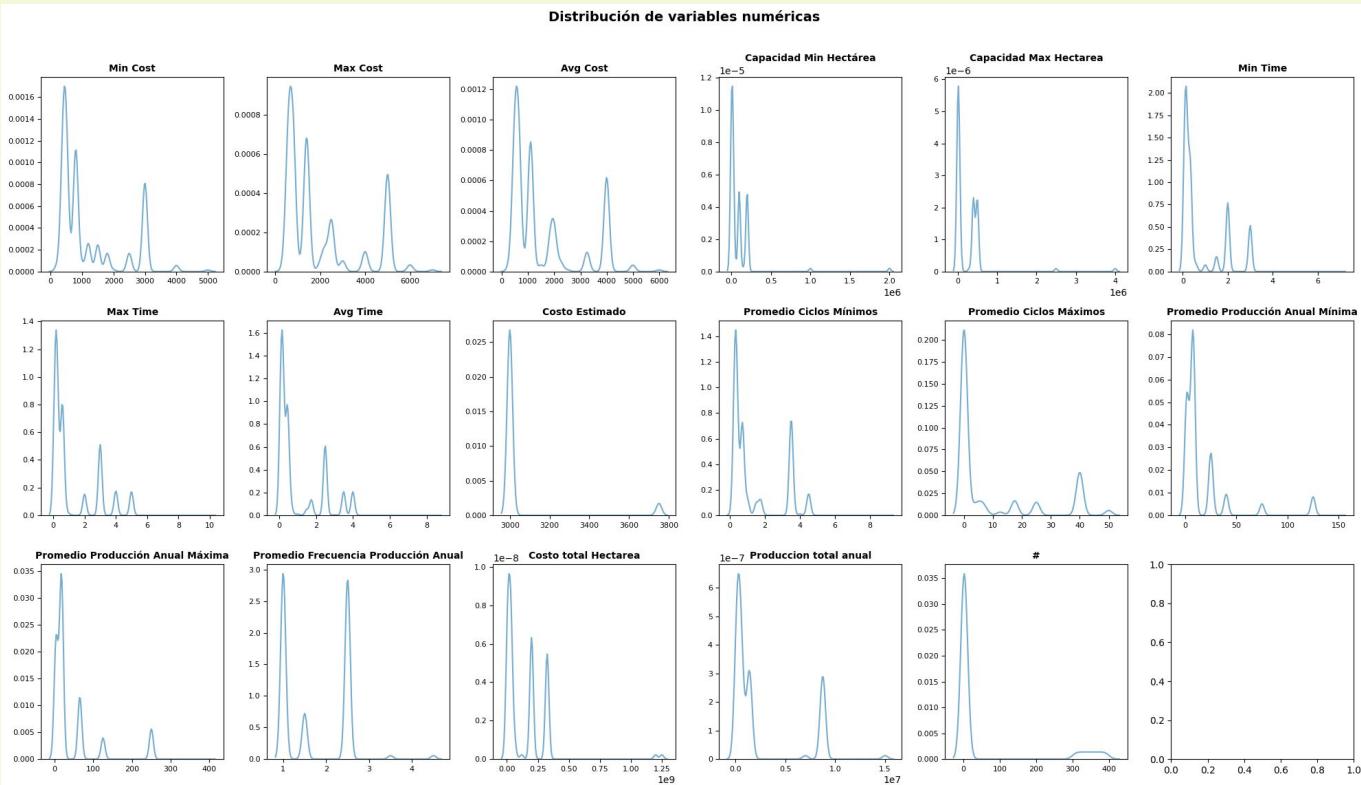
Distribución de la variable



Frecuencia con # mayor a 300



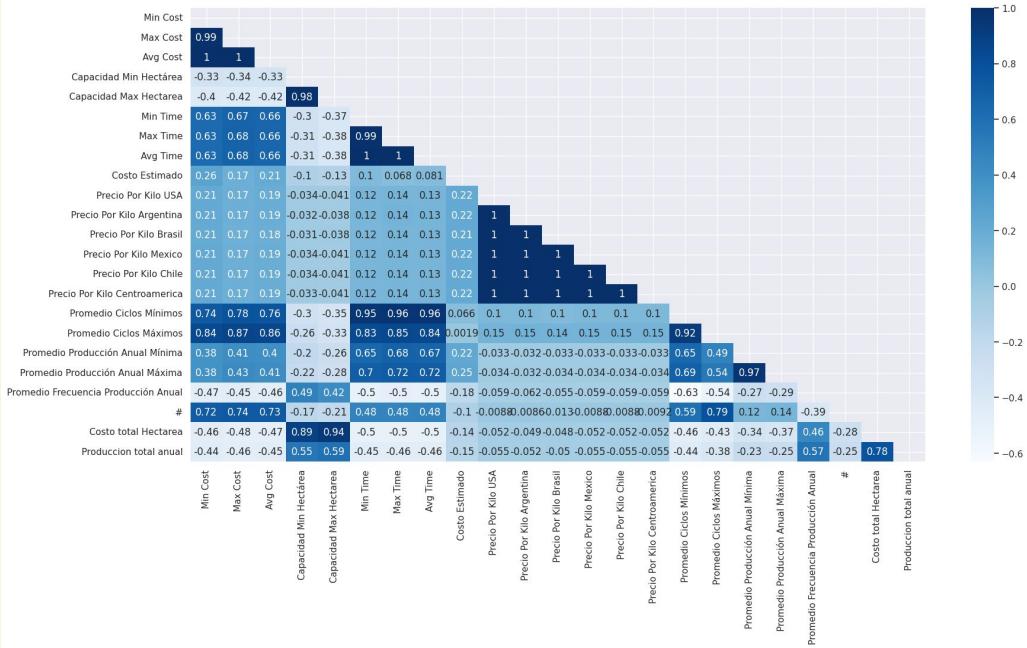
Distribución de variables numéricas



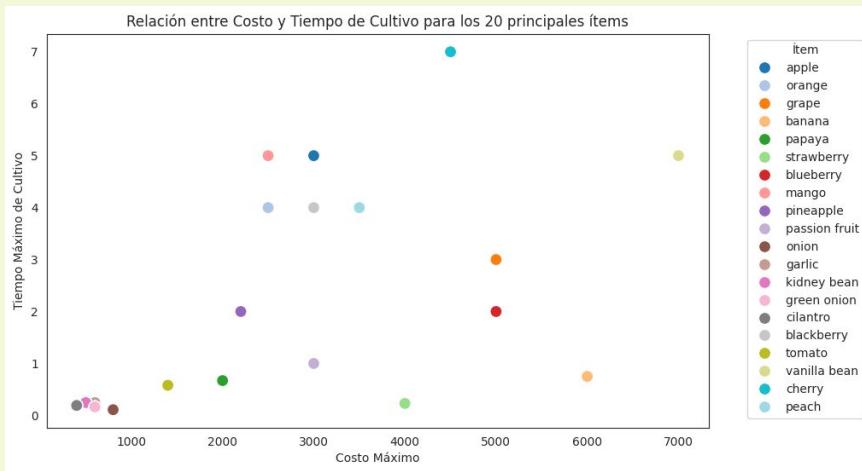
Estadísticas principales de variables numéricas

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
Avg Cost	332460.000	1588.527	1316.168	300.000	650.000	1100.000	2000.000	6000.000
Capacidad Max Hectarea	332460.000	246060.606	451098.881	100.000	2857.000	30000.000	400000.000	4000000.000
Avg Time	332460.000	1.016	1.235	0.096	0.205	0.455	2.500	8.500
Costo Estimado	332460.000	3045.069	178.242	3000.000	3000.000	3000.000	3000.000	3750.000
Promedio Ciclos Máximos	332460.000	9.386	15.495	0.000	0.000	0.000	17.500	50.000
Promedio Producción Anual Máxima	332460.000	42.679	65.000	1.750	3.500	17.500	65.000	400.000
Promedio Frecuencia Producción Anual	332460.000	1.749	0.765	1.000	1.000	1.500	2.500	4.500
Costo total Hectarea	332460.000	144351208.838	185799119.314	234000.000	11428000.000	33000000.000	200000000.000	1250000000.000
Produccion total anual	332460.000	2418331.940	3497593.690	6000.000	185705.000	525000.000	1400000.000	15000000.000
#	332460.000	50.280	120.654	1.000	1.000	2.000	3.000	400.000

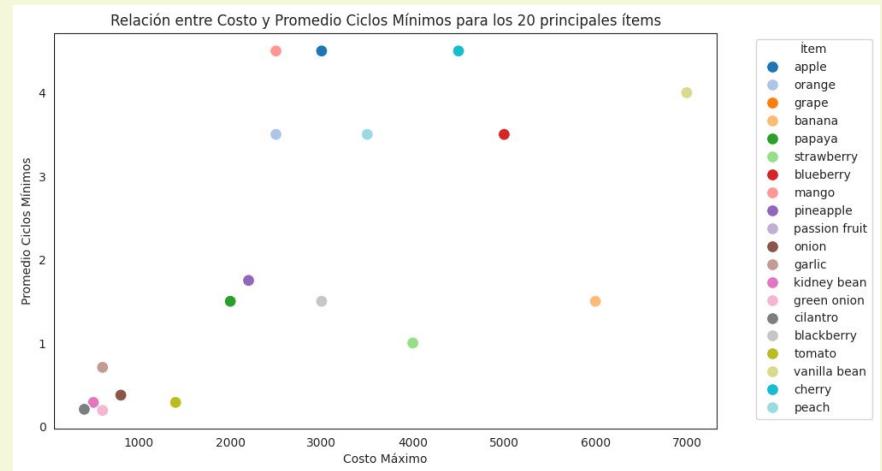
Correlación de variables numéricas



Relación costo por hectárea y tiempo máximo de cultivo



Relación costo por hectárea y promedio ciclos mínimos



Costo estimado para cada tipo de riego

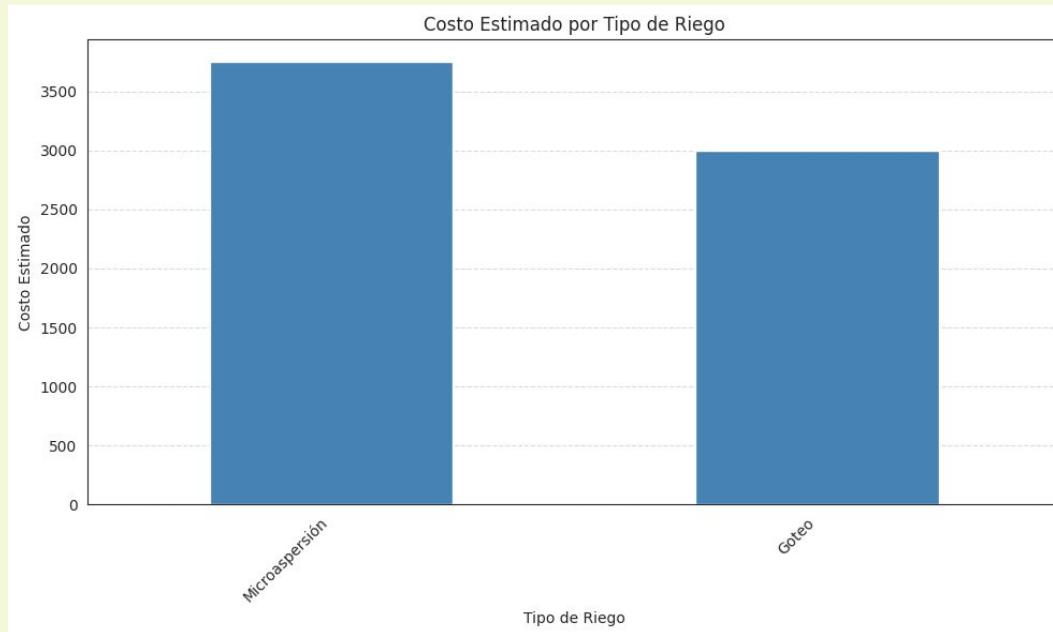


Diagrama lógico del optimizador

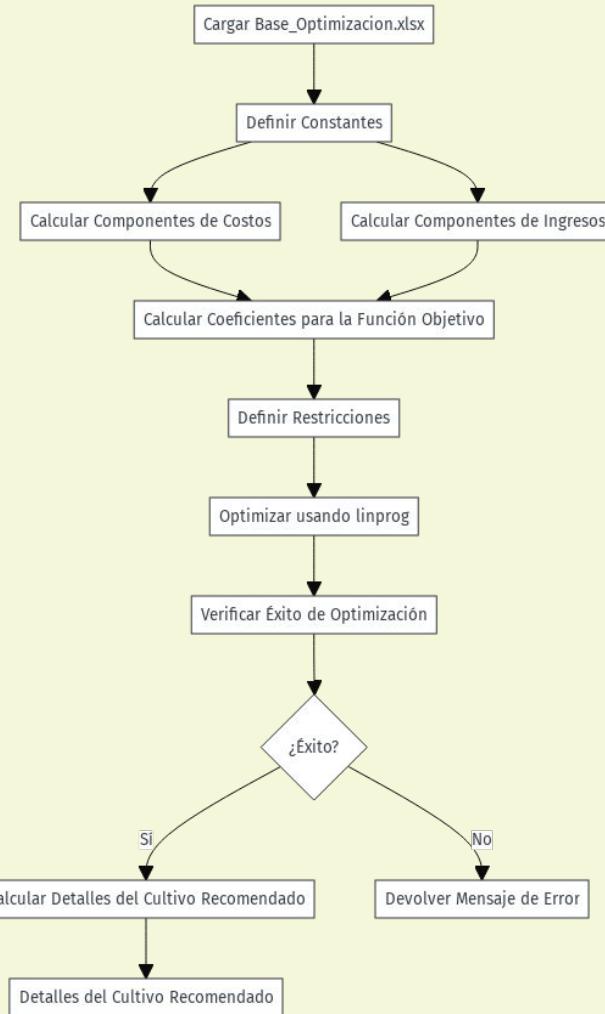
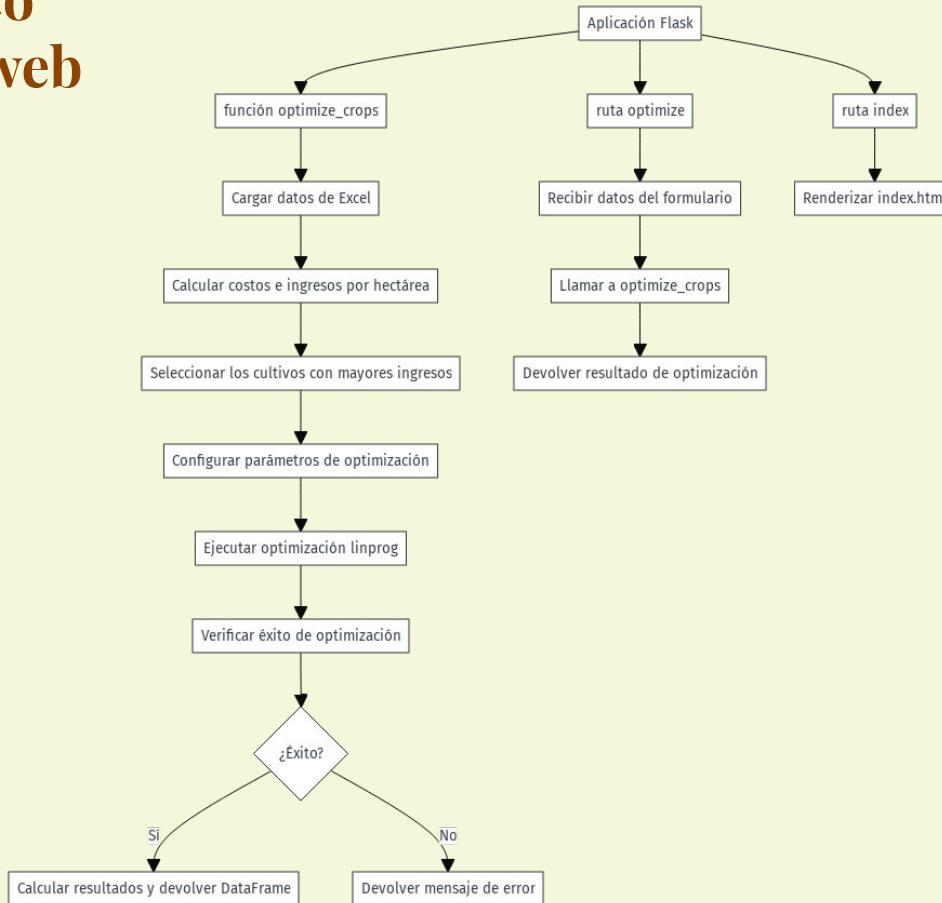
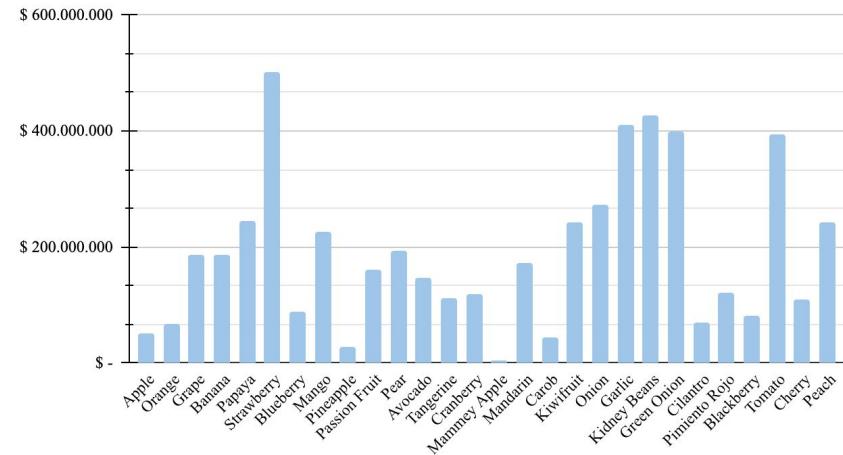


Diagrama lógico del simulador web



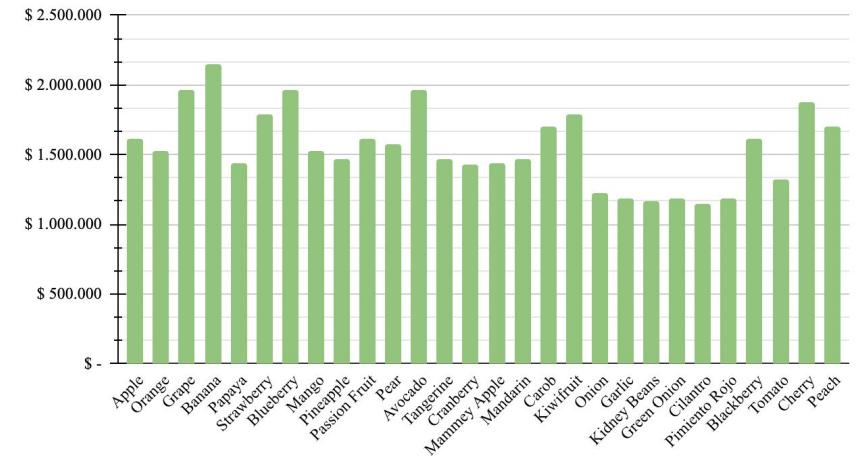
Rentabilidad por cultivo

Rentabilidad por cultivo (USD) - 178 Hect



Costos de producción por cultivo

Costos producción (USD) - 178 Hect



* Tomando en cuenta el cultivo en las 178 hectáreas

Validacion: Escenario 2, caso óptimo y aleatorio

Variable	Solución: 2 Cultivos Randoms (Apple + Orange)	Solución: 2 Cultivos Óptimos (Strawberry + Kidney Beans)	Diferencia (%)
Hectáreas Asignadas	178	178	0%
Producción Estimada en 10 años (kg)	26.394.720	66.755.320	+152,9%
Ingreso Potencial en 10 años (USD)	\$65.034.955	\$321.721.748	+394,8%
Costo Total Estimado (USD)	\$2.072.000	\$2.139.000	+3,2%
Rentabilidad (USD)	\$62.962.955	\$315.370.748	+401,1%

Validacion: Escenario 3, caso óptimo y aleatorio

Variable	Selección Aleatoria (8 cultivos)	Selección Óptima (8 cultivos)	Diferencia (%)
Producción Estimada en 10 años (kg)	72.399.551	93.732.691	+29,5%
Ingreso Potencial en 10 años (USD)	\$172.992.749	\$283.287.120	+63,8%
Costo Total Estimado (USD)	\$2.302.874	\$1.927.962	-16,3%
Rentabilidad (USD)	\$153.841.865	\$264.511.160	+71,9%

Variable	Pimiento Rojo	Producción Óptima: Strawberry	Diferencia (%)
Costo por hectárea (USD)	\$600	\$4.000	+566,7%
Capacidad de plantas por hectárea	40.000	45.000	+12,5%
Tipo de riego	Goteo	Goteo	-
Frecuencia de cosecha anual	1 a 2	1 a 2	-
Cantidad de años máx de cosecha en 10 años	7,22	9,8	+35,7%
Cantidad de cosechas cada 10 años	10,83	14,7	+35,8%
Producción anual por cosecha por planta (Kg)	0,8	1,2	+50%
Producción en los 10 años por hectárea (Kg)	346.500	352.800	+1,8%
Precio por kg (USD)	\$5,13	\$1,98	-61,4%
Costo total por riego mensual por hectárea (USD)	\$6.000	\$6.000	0%
Ingreso total (USD)	\$122.120.460	\$322.155.792	+163,8%
Costo producción (USD)	\$1.183.800	\$2.314.000	+95,5%
Costo mano de obra 10 años (USD)	\$2.106.000	\$2.106.000	0%
Rentabilidad total (USD)	\$118.830.660	\$317.735.792	+167,4%

Función Objetivo

P_{ij} : Precio de venta por unidad de cultivo i por país j ; $\forall i \in [0, 27]$; $\forall j \in [0, 5]$

R_i : Rendimiento (producción esperada) por hectárea del cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

x_i : Cantidad de hectáreas asignadas al cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

C_i : Costo de producción por hectárea de cultivo i , incluye materia prima. $\forall i \in [0, 27]$

CR_i : Costo de riego por hectárea de cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

T_i : Tiempo del ciclo del cultivo i (en años); $\forall i \in [0, 27]$

CR_k : Costo por tipo de riego k de acuerdo al cultivo i ; $\forall k \in [0, 1]$; $\forall i \in [0, 27]$

MC : Mano de obra para cosecha (13)

SC : Salario mensual de mano de obra para cosecha (\$500 USD)

MM : Mano de obra para manutención de la finca (13)

SM : Salario mensual de mano de obra para manutención (\$750 USD)

TM : Cantidad de sueldos pagados a cada MM (120)

TC : Cantidad de sueldos pagados a cada MC (20)

MG : Empleado gerente (1)

SG : Salario mensual de gerente (\$1.300 USD)

TG : Cantidad de sueldos pagados a MG (120)

E_i : Costo de exportación por Kilo de cultivo i ; $\forall i \in [0, 27]$

A : Área total disponible para el cultivo (178 hectáreas)

Y : Periodo del proyecto (10 años)



Correlaciones precios

Correlación negativa entre Tomate y Fresa (-0.65)



	Temperatura	Agua	Luz solar
Tomate	20°C a 25°C	Riego regular y profundo	6-8 hs
Fresa	15°C a 20°C	Riego constante y uniforme	6 hs

La correlación negativa se explica porque las condiciones ideales para los tomates (más cálidas) no son ideales para las fresas (más frescas). Durante los períodos de clima cálido, el rendimiento de las fresas puede disminuir, aumentando su precio, mientras que el rendimiento de los tomates puede aumentar, reduciendo su precio, y viceversa.

Correlación negativa entre Cebolla y Ajo (-0.64)



	Temperatura	Agua	Luz solar
Cebolla	12°C a 22°C	Riego regular	Pleno sol
Ajo	12°C a 22°C	Riego moderado	Pleno sol

Las condiciones de humedad que benefician a la cebolla pueden ser perjudiciales para el ajo, que prefiere un riego más moderado. Por ejemplo, la cebolla es más susceptible a enfermedades fúngicas en condiciones húmedas, mientras que el ajo puede resistir mejor estas condiciones pero con un riego más controlado. Cuando hay condiciones climáticas que favorecen a uno y no al otro, esto impactar la oferta y los precios.

Correlación negativa entre Tomate y Ajo (-0.40)



	Temperatura	Agua	Luz solar
Tomate	20°C a 25°C	Riego regular y profundo	6-8 hs
Ajo	12°C a 22°C	Riego moderado	Pleno sol

Las condiciones ideales para los tomates (más cálidas) no son ideales para el ajo (que prefiere temperaturas más frescas), explicando la correlación negativa entre ellos. En los períodos de clima cálido, el rendimiento del ajo puede disminuir, aumentando su precio, mientras que el rendimiento de los tomates puede aumentar, reduciendo su precio, y viceversa.

Correlación negativa entre Tomate y Cebolla (o.67)



	Temperatura	Agua	Luz solar
Tomate	20°C a 25°C	Riego regular y profundo	6-8 hs
Cebolla	12°C a 22°C	Riego regular	Pleno sol

Ambos productos son ingredientes básicos en la cocina y tienen una demanda constante a lo largo del año.

En temporadas de alta demanda, como el verano (para ensaladas por ejemplo), la demanda simultánea de tomates y cebollas aumenta, impulsando sus precios de manera correlacionada.

Correlación negativa entre Cebolla verde y Frijoles rojos (0.69)



	Temperatura	Agua	Luz solar
Cebolla verde	12°C a 24°C	Riego constante y uniforme	Pleno sol
Frijoles rojos	20°C a 28°C	Riego regular	Pleno sol

Ambos cultivos requieren pleno sol y altas temperaturas para un crecimiento óptimo. Esto significa que en periodos de alta insolación, ambos cultivos pueden prosperar simultáneamente, consecuentemente llevando a una correlación positiva de 0.69 en sus precios.

Información de cada cultivo



	Temperatura	Agua	Luz solar
Tomate	20°C a 25°C	Riego regular y profundo	6-8 hs
Fresa	15°C a 20°C	Riego constante y uniforme	6 hs
Frijoles rojos	20°C a 28°C	Riego regular	Pleno sol
Ajo	12°C a 22°C	Riego moderado	Pleno sol
Cebolla verde	12°C a 24°C	Riego constante y uniforme	Pleno sol
Cebolla	12°C a 22°C	Riego regular	Pleno sol

Costo de Asesoría

Costo de Asesoría - Data Avengers

	Valor
One-shot	\$ 10.000 USD
Soporte y Mantenimiento	\$ 1.000 USD

Si bien el valor one-shot es de \$10.000 USD, luego se le provee a Gestores 3 meses gratuitos de soporte para que se familiaricen con el producto. Una vez terminado ese periodo, el costo de soporte y mantenimiento es de \$1.000 USD mensual.