

“Selección de lotes para la producción de manzanilla con programación lineal, AHP y Focus Loss”

Ing. Luca Mavolo ; Mg. Ing. Daniel Xodo e Ing. Agr. Pablo Mavolo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Trenque Lauquen

Racedo 298 CP 6400 / lucamavolo@gmail.com

RESUMEN:

El presente trabajo propone la selección de 600 hectáreas para producir manzanilla a partir de 6 alternativas de localización en el partido de Pehuajo utilizando el Software de Geo-referencia GIS ARCVIEW 3.1 para el analizar los lotes de los productores.

Se seleccionara la mejor combinación entre los 6 lotes a rentar para la siembra, a partir de la elaboración de un modelo de programación lineal, donde además de tener en cuenta el margen bruto por hectárea de cada alternativa con una función objetivo, serán elaboradas restricciones a partir de: disponibilidad máxima de cada lote, jerarquía entre los lotes a partir de puntos como distancia de traslado de materia prima, aptitud del suelo, y hectáreas disponibles, aplicando para la selección el método AHP.

También será analizado el riesgo de selección de cada lote usando de FOCUS LOSS que considera el foco de pérdida del margen bruto ante un bajo rendimiento del suelo seleccionado. Este riesgo puede ser añadido al modelo de programación lineal de cada alternativa.

El trabajo contiene 5 etapas:

- Pre-selección de lotes a rentar, donde será utilizado el software ARCVIEW 3.1 para este punto.
- Elaboración del modelo de Programación lineal, determinación de la función objetivo y las restricciones básicas.
- Elaboración de restricciones a partir del método AHP, determinando la jerarquía entre los lotes pre-seleccionados.
- Aplicación del modelo de programación lineal sin Focus Loss
- Aplicación del modelo de programación lineal con Focus Loss y conclusión final comparando la variación de ambos resultados al tener en cuenta el riesgo de cada alternativa.

Palabras Clave: Foco de perdida, Programación Lineal, AHP, Manzanilla.

Abstract

The present work proposes the selection of 600 hectares to produce camomile from 6 alternatives in the party of Pehuajo using the Geo-reference software GIS ARCview 3.1 to analyze the batches of the producers.

The best combination of the six lots to rent for planting will be selected, based on the elaboration of a linear programming model, where in addition to taking into account the gross margin per hectare of each alternative with an objective function, from: maximum availability of each lot, hierarchy among lots from points such as distance of raw material transfer, soil suitability, and available hectares, applying the AHP method to the selection.

The risk of selection of each lot will also be analyzed with the use of FOCUS LOSS that considers the focus of loss of the gross margin against a low yield of the selected soil. This risk can be added to the linear programming model of each alternative.

The work contains 5 stages:

- Pre-selection of lots to rent, where ARCVIEW 3.1 software will be used for this point.
- Development of the linear programming model, determination of the objective function and the basic constraints.
- Elaboration of restrictions from the AHP method, determining the hierarchy between the pre-selected lots.
- Application of linear programming model without Focus Loss
- Application of the linear programming model with Focus Loss and final conclusion comparing the variation of both results taking into account the risk of each alternative.

Keywords: Focus Loss, Programming lineal, AHP, Camomille.

1. Introducción:

En la siguiente imagen del software GIS ARCVIEW 3.1 se observa todos los lotes de la ciudad de Pehuajo donde se puede relevar la información¹, catastral de cada lote como así también sus características de suelo, limite etc.

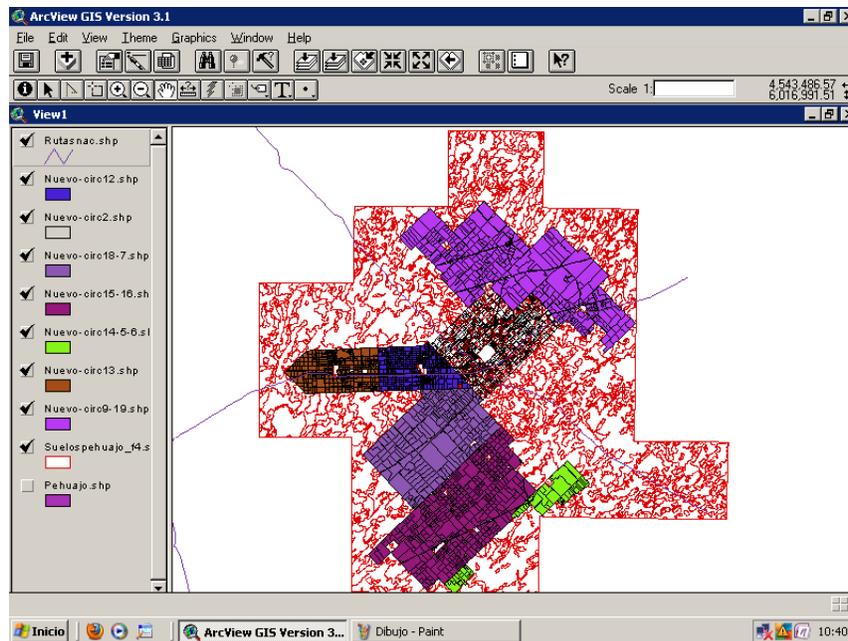


Ilustración 1 Arc view 3.1.

A partir de este software se pre-seleccionaron 6 lotes de distintos productores rurales, donde son definidos los 6 productores como, productor A, B, C, D, E y F, y marcando su ubicación en amarillo. En la siguiente imagen se observa la ubicación exacta de cada uno. Las líneas de color CIAN son rutas nacionales, la línea vertical la Ruta Nacional 226 y la línea horizontal la Ruta Nacional 5. Las superficies con borde rojo son las unidades cartográficas que definen el tipo de suelo, con sus características de composición y si son bajos inundables. Y por último las superficies con línea negra son los lotes de los todos los productores de Pehuajo, es posible identificar, nombre de la estancia, firma o dueño de la misma, hectáreas del lote etc.

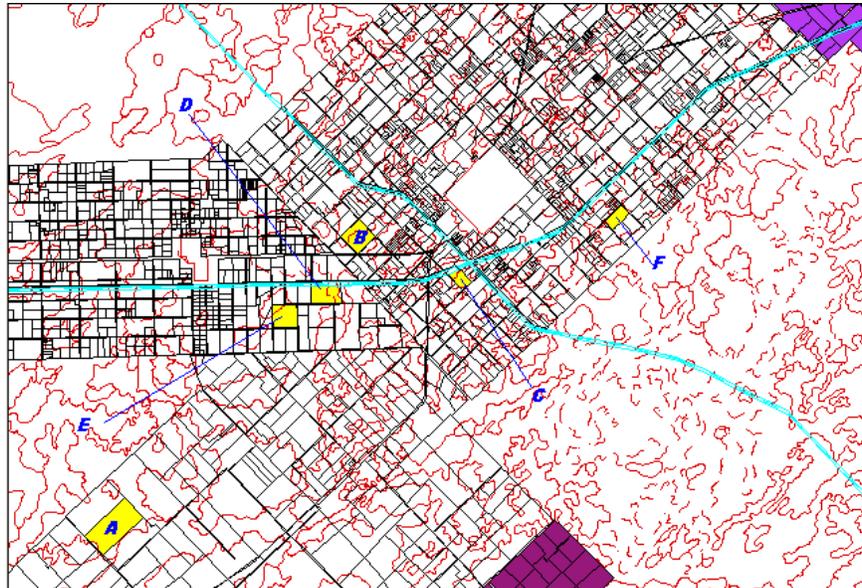


Ilustración 2 Lotes preseleccionados

2. Marco Teórico

Una vez planteado el modelo de Programación Lineal, en donde se pretende maximizar el margen bruto de cada alternativa, procedemos al armado de restricciones con el Modelo AHP, donde en el mismo se tendrán variables críticas de rendimiento de cada alternativa, y así obtener una jerarquía entre los mismos.

El objetivo luego de obtener un primer resultado del modelo de programación lineal, es plantear un segundo modelo donde se tenga en cuenta el riesgo que afecte la rentabilidad de forma significativa. Para esto se aplicó el modelo FOCUS LOSS, en el cual se selecciona el factor más crítico del proceso y provoca una gran variación en los márgenes de la actividad. En nuestro caso el factor climatológico es el más significativo, dado que afectará de forma directa e indirecta nuestros rendimientos y calidad el producto.

Para determinar la función objetivo se fijan los costos de alquiler por hectárea como así también, el precio de venta de la manzanilla, el costo variable por kilogramo de manzanilla de cada uno de los lotes, ya que el mismo varía según la distancia y ubicación del mismo y sus características. El objetivo será la maximización del margen bruto vinculado al menor riesgo y mayor rendimiento.

Alquiler por hectárea de cada productor:

Productor	Alquiler/hectárea (n)
Productor A	\$2000/ha
Productor B	\$2800/ha
Productor C	\$3000/ha
Productor D	\$3000/ha
Productor E	\$3000/ha
Productor F	\$3000/ha

Tabla 1 Alquiler por hectarea

2.1. Función Objetivo Maximizar

$$Z_{max} = \sum_{i=1}^6 n \left(\frac{\alpha * (\mu - \beta)}{\pi} - \frac{\Omega}{\pi} \right) * Xn$$

Ecuación 1 Función objetivo Maximizar

Dónde:

Ω : Costo de alquiler por hectárea

μ : Precio de venta de la manzanilla

β : Costo variable por kilogramo de manzanilla

X: Cantidad de hectáreas a alquilar

α : Rendimiento por hectárea

Restricciones básicas:

$$Xa + Xb + Xc + Xd + Xe + Xf \geq 600 \text{ ha}$$

$$Xa \leq 428 \text{ ha}$$

$$Xb \leq 253 \text{ ha}$$

$$Xc \leq 82 \text{ ha}$$

$$Xd \leq 189 \text{ ha}$$

$$Xe \leq 160 \text{ ha}$$

$$Xf \leq 83 \text{ ha}$$

2.2. Restricciones método AHP

Para obtener la jerarquía entre los productores, se analizarán tres aspectos, aptitud del suelo, donde los lotes que tengan un suelo que determinen un mayor rendimiento en la manzanilla será el más óptimo, porque permitirá obtener mayor cantidad de materia prima en igual superficie.

El tamaño del lote, dado que un mayor tamaño de un mismo lote permite mayor facilidad en la administración y manejo de campo, porque trabajar muchos lotes con igual cantidad de hectáreas aumenta la variabilidad en la producción, requiere mayor manejo de maquinaria y tareas de campo. La distancia de traslado de materia prima, entre el lote y la planta industrial. Dado que el traslado de la materia prima no puede demorar más de 3 horas después de que el cultivo haya sido

cosechado, que se produce una rápida fermentación de la planta, perdiendo la calidad del producto.

2.3. Distancias de los lotes a la planta

Se diferencia la distancia en camino rural y por asfalto, de esta manera se permite de medir de forma más efectiva la demora en el traslado:

Vel asfalto	Vel Rural
80	40

Lote	Camino Rural KM	Camino Asfalto KM	Tiempo hasta la planta (horas)
A	29	5	0,7875
B	7	0	0,175
C	0	5	0,0625
D	1	13	0,1875
E	3,5	12	0,2375
F	3	12	0,225

Tabla 2 Calculo de tiempo de traslado

2.4. Capacidades de suelos de los distintos lotes

Capacidades	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E	Productor F
	100% III s	70% VI ws	80% IV ws	60% IV ws	90% IV ws	100% III s
		30% IV s	20% Bajo inundado	30% VI ws	10% VI ws	
				10% IV ws		

Tabla 3 Clases de suelo de los lotes seleccion

Clases intervinientes en el estudio:

Clase III: estos suelos presentan serias limitaciones en su uso, que restringen el uso de cultivos de escarda. Requieren la aplicación de prácticas especiales de conservación. Son suelos con excesiva humedad, poco permeables, que se apelmazan fácilmente deteriorando su estructura. Se adaptan para cultivos labrados con limitaciones, praderas artificiales, campos naturales para pastoreo y forestación. Clase III s falta de fertilidad difícil de corregir, baja capacidad de retención de humedad y alcalino.

Clase IV: Suelos no aptos para cultivos de escarda. Exceso de humedad en áreas llanas con peligro de erosión hídrica, Generalmente cuando se los cultiva dan bajos rindes. Campos naturales de pastoreo y forestación. Subclase ws drenaje pobre, humedad excesiva y capa de agua alta.

Clase VI: Son suelos que presentan peligro de inundación pendientes pronunciadas, salinidad, severas condiciones climáticas, poca profundidad y pedregosidad. Se limitan para producir pasturas. Subclase ws drenaje pobre, humedad excesiva y napa de agua alta.

La clase más conveniente para la manzanilla, es CLASE III w, a medida que las clases se avanzan en las clases, aumentan las limitaciones al cultivo. Un suelo clase II es muy fértil, y muy apto para

otros cultivos, sembrar manzanilla en estos lotes provoca que la planta se vaya en vicio, desarrollando mucha rama y poca flor, siendo flor la condicionante de la calidad.

2.5. Resultados método AHP

A continuación se realiza la comparación pareada de los criterios a tener en cuenta, y luego se prosigue comparación de cada una de las alternativas según los criterios mencionados

				Matriz normalizada			Vector Prom
	Aptitud del suelo	Hectareas Disponibles	Tiempo traslado de MP				
Aptitud del suelo	1	2	0,33333333	0,2222	0,3333	0,2000	0,2519
Hectareas Disponibles	0,5	1	0,33333333	0,1111	0,1667	0,2000	0,1593
Tiempo traslado de MP	3	3	1	0,6667	0,5000	0,6000	0,5889
Suma	4,5	6	1,66666667				
Aptitud del suelo	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E	Productor F	
Productor A	1	4	3	3	3	1	
Productor B	0,25	1	0,5	0,5	0,5	0,25	
Productor C	0,33333333	2	1	1	1	0,33333333	
Productor D	0,33333333	2	1	1	1	0,33333333	
Productor E	0,33333333	2	1	1	1	0,33333333	
Productor F	1	4	3	3	3	1	
Suma	3,25	15	9,5	9,5	9,5	3,25	
Hectareas Disponibles	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E	Productor F	
Productor A	1	2	4	2	2	4	
Productor B	0,5	1	3	2	2	3	
Productor C	0,25	0,33333333	1	0,5	0,5	1	
Productor D	0,25	0,5	2	1	1	2	
Productor E	0,5	0,5	2	1	1	2	
Productor F	0,25	0,33333333	1	0,5	0,5	1	
Suma	2,75	4,66666667	13	7	7	13	
Traslado de Materia Prima	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E	Productor F	
Productor A	1	0,2	0,16666667	0,2	0,25	0,25	
Productor B	5	1	0,5	1	2	2	
Productor C	6	2	1	2	3	3	
Productor D	5	1	0,5	1	2	1	
Productor E	4	0,5	0,33333333	0,5	1	1	
Productor F	4	0,5	0,33333333	1	1	1	
Suma	25	5,2	2,83333333	5,7	9,25	8,25	

	Aptitud del suelo	Hectareas Disponibles	Tiempo traslado de MP	TOTAL
Productor A	0,30490328	0,32983683	0,03828381	0,15186493
Productor B	0,06306793	0,23817849	0,20047622	0,17187412
Productor C	0,10904184	0,07650683	0,33606574	0,23755219
Productor D	0,10904184	0,13190976	0,1802742	0,15463171
Productor E	0,10904184	0,14706127	0,11514007	0,11868797
Productor F	0,30490328	0,07650683	0,12975996	0,16538907
PONDERACION	0,2519	0,1593	0,5889	0,43558299

Tabla 4 Calculo de AHP entre las alternativas propuestas

Del cuadro anterior se obtienen las jerarquías para plantear las restricciones del modelo de programación lineal utilizando el Soft Excel 2007:

$$Xa \leq Xb$$

$$Xa \leq Xc$$

$$Xa \leq Xd$$

$$Xa \geq Xe$$

$$Xa \leq Xf$$

$$Xb \leq Xc$$

$$Xb \geq Xd$$

$$Xb \geq Xe$$

$$Xb \geq Xf$$

$$Xc \geq Xd$$

$$Xc \geq Xe$$

$$Xc \geq Xf$$

$$Xd \geq Xe$$

$$Xd \leq Xf$$

$$Xe \leq Xf$$

2.6. Resultado de programación lineal Sin Focus Loss

	Func Objetivo		15833400			
	Xa	Xb	Xc	Xd	Xe	Xf
Alquiler F	2000	2800	3000	3000	3000	3000
Precio Vunit	52	52	52	52	52	52
Costo Var.uni	12	12	12	12	12	12
Rend/ha.	725	725	725	725	725	725
Hectareas X	189	222	0	189	0	0

Tabla 5 Funcion objetivo sin Focus Loss

En el método de Programación lineal, se obtuvo que las mejores alternativas son los lotes A,B y D. El método tiene en cuenta sus costos, y las ponderancias entre las distintas alternativas gracias al método AHP, que permitió analizar 3 factores para la selección. Y el resultado que arrojo la PL, fue la selección de los lotes mas grandes que se plantean como alternativa.

Este primer resultado se obtuvo sin evaluar el riesgo. El riesgo se tendrá en cuenta en la PL, aplicando el método FOCUS LOSS, de esta forma, el un resultado que se obtenga tendrá menos probabilidad de sufrir variaciones imprevistas.

2.7. Resultado de programación Lineal con Focus Loss

Este método tiene en cuenta en cada una de las alternativas el riesgo posible, como el peor escenario ante un mal precio y un mal rendimiento.

EL riesgo que se tendrá en cuenta en el análisis de FOCUS LOSS², es un factor climatológico, dado que afecta en forma directa al rendimiento de los lotes, bajo dos puntos de vista, este factor "riesgo de inundación" afecta la producción porque la posible inundación del lote significa la pérdida del cultivo, dificulta su cosecha, y no se puede demorar en ese proceso porque se fermenta la planta perdiendo la calidad. Este mismo factor afecta también el traslado, porque si el lote se encuentra en zonas inundables, y los caminos se encuentran cortados, se debe buscar rutas alternativas hacia la planta industrial, demorando el traslado y como se explico antes perdiendo calidad en el producto por la demora en el proceso de secado.

Analisis bajo sistema GIS Arcview 3.1 / Ingeniero Agronomo			
Lotes	Riesgo Inundacion/Rend	Riesgo zona inundable/Rutas cortadas	Rend/Riesgo
Lote A	0%	10%	652,5
Lote B	40%	0%	435
Lote C	60%	0%	290
Lote D	60%	0%	290
Lote E	10%	0%	652,5
Lote F	0%	0%	725

Tabla 6 Calculo de perdida de rendimiento en los lotes seleccionados

	Func Objetivo		10312800			
	Xa	Xb	Xc	Xd	Xe	Xf
Alquiler F	2000	2800	3000	3000	3000	3000
Precio Vunit	52	52	52	52	52	52
Costo Var.uni	12	12	12	12	12	12
Rend/ha.	652,5	435	290	290	652,5	725
Hectareas X	118	118	82	118	82	82

Tabla 7 Funcion objetivo con Focus Loss

3. Conclusión Final

Como conclusión final del presente trabajo, se pretende comparar, dos resultados en el planteo de selección de lotes de manzanilla a sembrar, mediante programación lineal, bajo dos condiciones diferentes, una selección sin valorar el riesgo, y otra valorando el riesgo de inundación como factor clave para el rendimiento de la producción.

En el trabajo se propone alcanzar las 600 hectáreas de producción bajo un rendimiento promedio de 725kg por hectárea. Luego de elaborar las restricciones pertinentes a la programación, y jerarquizar las distintas alternativas bajo la utilización de AHP, se prosiguió a la búsqueda del resultado óptimo sin riesgo, donde se obtuvo, que los mejores lotes para la producción son los lotes A con 189 ha a sembrar, lote B con 222 ha y lote D con 189 ha. Este resultado cumple con las 600 hectáreas a sembrar, y también son los lotes óptimos bajo los criterios de, Aptitud de suelo, hectáreas disponibles y distancia de traslado de materia prima analizados con el método AHP. Este resultado facilita la siembra y cosecha, dado que reduce el número de lotes en un 50%, disminuyendo la cantidad de variables a tener en cuenta en la producción y facilitando el traslado y su administración. El margen bruto de este resultado es de \$15.833.400,00.

Analizando el riesgo mediante Focus Loss o Foco de perdida, se pretende tener un resultado óptimo mas conservador, es decir donde las variables negativas afectan en la menor medida posible, y permitir un resultado económico más seguro y óptimo. El riesgo que se tuvo en cuenta en el análisis es "riesgo de inundación", donde considera la posible inundación del lote, analizando el paisaje que posee (bajo inundables, planicies con cubeta etc), y tipo de suelo que permite el drenaje del agua. Como así también la posible inundación de zonas aledañas que afectan a los caminos rurales, dificultando la extracción de la manzanilla y en consecuencia demorar el proceso de secado, donde se pierde la calidad final del producto. El análisis se efectuó bajo el opinión de un experto (ingeniero agrónomo), utilizando el software GIS Arcview 3.1, donde estudiando los distintos relieves, se puede aproximar la posible baja en el rendimiento del cultivo. Y el peligro de tener caminos de salida cortados, por estar lejos de las rutas pavimentadas.

El resultado obtenido al variar los rendimientos de cada uno de los lotes teniendo en cuenta dicho riesgo fueron, Lote A 118 ha, Lote B 118 ha, Lote C 82 ha, Lote D 118 ha, Lote E 82 ha, y Lote F 82 ha a sembrar. El análisis muestra que la mejor alternativa es la siembra de todos lotes que se analizaron distribuyendo las cantidad de hectáreas a elaborar en forma casi equitativa. La producción de manzanilla en 6 lotes diferentes dificulta su explotación, dado que no solo aumenta los costos administrativos y de transporte, si no que también aumenta la cantidad de variables a tener en cuenta en el momento de la siembra y de la cosecha. Pero al tener en cuenta el riesgo, y evitar un pérdida total o muy a agresiva a la producción como puede ser una inundación, se

obtiene un resultado mas seguro, que permite asegurar los objetivos productivos de la planta. El margen bruto de la solución óptima es de \$10.312.800. Como se puede observar el margen bruto de una alternativa más conservadora disminuye un 35%.

Para finalizar, el riesgo que se tiene en cuenta (inundaciones), es un riesgo muy real y probable, en el año 1987, en el noroeste de la Provincia de Buenos Aires, se produjeron grandes inundaciones, donde tres de las cuatro firmas mas importantes de exportacion de manzanilla, debieron mudar las plantas industriales hacia otra localidades como Pergamino, y Rufino Santa Fe por la dificultad de la siembra/cosecha y su traslado a la planta.

4. Bibliografía:

[1]GRAMISSI Juan Carlos, Bases de Datos INTA AE PEHUAJO (Estacion experimental AEE INTA Villegas) 2000.

[2]Peña de Ladaga, Susana y Vicien Carmen, "Análisis de Riesgo Mediante Focus Loss en actividades agropecuarias con Escasa Informacion" Diciembre 1999.

[3]Microsoft Excel 2007, Lenovo INTEL CORE i3, 2GB RAM