**ANÁLISIS EMPIRICO DE LOS FACTORES RELEVANTES EN LA ELECCIÓN DE INNOVACIONES EN UNA COOPERATIVA AGRARIA**

Rivera Vilas, Luis Miguel y Escribá Pérez, Carmen

CEGEA. Universitat Politécnica de València

Campus de Vera s.n

46022 València

E mail: lrivera@esp.upv.es

**Resumen**

En el ámbito agrario se están produciendo constantemente pequeñas innovaciones que deben ser analizadas minuciosamente por los decisores de las cooperativas antes de proceder a su adopción, por lo que sería interesante conocer los factores relevantes en el proceso de adopción de las mismas. En este trabajo, utilizando datos empíricos sobre una nueva tecnología productiva para el tomate de invernadero, se presenta un sencillo método que permite estimar la importancia de las variables utilizadas para adoptar la decisión de adopción de esta innovación en una cooperativa. Además se propone también un método de cálculo simplificado para obtener las soluciones.

**Palabras Clave**: Elección innovaciones agrarias, Método AHP, Tomate invernadero

1. **Introducción**

La mayoría de los trabajos sobre innovación agraria se han centrado en medir o bien los factores que influyen en el grado de innovación de una empresa o bien los efectos que la adopción de una innovación origina sobre los resultados de la misma. Poco se ha investigado sobre la importancia que las diferentes variables, o atributos, de una innovación tienen para el decisor y que finalmente influirán poderosamente en la adopción de la misma.

En coherencia con lo anterior, el objetivo de este trabajo se centra en analizar, para una innovación real, la importancia que tienen las diversas variables, o atributos, asociadas a la misma. Para ello se efectuará un experimento utilizando las preferencias expresadas por de un experto - gerente de una cooperativa hortofrutícola almeriense- respecto a las variables o atributos enunciados inicialmente por él mismo como importantes a la hora de tomar una decisión sobre una innovación productiva referida al tomate en invernadero.

En función del objetivo anterior, la estructura del trabajo es como sigue, en el segundo apartado se mostrará el material y método utilizado en el experimento, en el tercer apartado se expondrán los resultados obtenidos y la discusión de los mismos. Finalmente el trabajo termina con el apartado de Conclusiones al que sigue la Bibliografía utilizada.

1. **Material y método**

El material utilizado corresponde a los resultados empíricos aparecidos recientemente (Fundación Cajamar, 2011) sobre los diversos aspectos originados por una nueva tecnología para producir tomate en invernadero. Frente a la actual tecnología productiva del tomate, que tiene dos variantes que se denominan “Tradicional de 1,33 tallos/m2” y “Tradicional de 2 tallos/m2”, donde la planta de tomate sube hasta alcanzar el alambre y luego cae hasta el suelo, la nueva tecnología ensayada experimentalmente y que se denominada tecnología de “Perchas de 2 tallos/m2”, mantiene a la planta siempre en sentido ascendente, lo que permite optimizar la captación de radicación y aumentar la densidad de plantación, aunque la calidad del tomate obtenido disminuye ligeramente respecto al sistema tradicional. En concreto los valores obtenidos para los diversos aspectos considerados con esta innovación se muestran, comparativamente con los del sistema Tradicional, a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos experimentales para cada uno de tres tipos de producción analizados.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipo Producción | Producción Comercial Kg/m2 | Gastos Explotación €/m2 | Porcentaje Ramos Categoría I | Ingresos€/m2 |
| Tradicional 1,33 tallos/m2 | 18,8 | 5,9 | 68 | 10,2 |
| Tradicional 2 tallos/m2 | 21,1 | 7,1 | 75 | 11,0 |
| Perchas 2 tallos/m2 | 28,8 | 8,1 | 70 | 15,4 |

Fuente: Cajamar, 2.011

En cuanto al método utilizado se ha basado en obtener la información requerida mediante la consulta a un experto del sector, en concreto a un gerente de una cooperativa hortofrutícola almeriense. El proceso de obtener la información ha tenido como fase previa el mostrar al experto la información empírica disponible sobre los resultados de la nueva tecnología productiva del tomate en invernadero, en comparación con los obtenidos por la tecnología tradicional. Estos datos son los que aparecen en el Cuadro 1. A continuación se ha procedido en dos etapas, en la primera se le ha pedido al experto que relacione las variables relevantes en el proceso de adopción de esta nueva tecnología. Una vez enunciadas todas las variables, se han agrupado en tres grandes Áreas: el Área Técnica Agronómica, el Área Económica y el Área Comercial. Las variables contenidas en cada una de estas Áreas son las siguientes:

Área Técnica Agronómica: Dificultad Implantación, Dificultad Recolección, Mano de Obra requerida

Área Económica: Inversión requerida, Tiempo recuperación, Beneficios Esperados y Riesgo

 Área Comercial: Calidad Visual, Calibres Comerciales

A continuación se le ha pedido al experto que enumere las preferencias primero para las tres Áreas y luego para cada uno de los tres conjuntos de variables de cada una de las Áreas. En estas dos fases se ha utilizado la metodología Saaty (1.997 y 2.001). En esencia este método consiste en comparar dos a dos cada uno de los posibles elementos considerados, indicando la preferencia en una escala verbal que abarca desde el igualmente importante hasta el extremadamente más importante. Los resultados anteriormente obtenidos se disponen en una matriz cuadrada (de *mxm* elementos) o matriz de Saaty donde la diagonal principal está compuesta de unos, pues una variable debe ser *igualmente* preferida a ella misma y además si el decisor es coherente, cada valor aij de la matriz –donde *i* representa la fila y *j* la columna- deberá también cumplir la condición de que aij= 1/aji. Esto es lo que constituye una matriz “*a lo Saaty*”. A partir de cada matriz anterior es posible obtener el nivel de importancia de cada una de las tres Áreas consideradas y de cada una de las variables en cada una de las tres matrices asociadas a cada Área.

Una vez obtenida la anterior información sobre la importancia de cada Área y cada variable, se calcula la importancia de cada variable, multiplicando la importancia obtenida para cada Área por la importancia obtenida para una de las variables que la componen.

1. **Resultados obtenidos y discusión**

Los resultados finales de las cuatro matrices de comparaciones pareadas han sido los mostrados en las cuatro Tablas siguientes, donde los valores oscilan entre el 1, que representa una preferencia expresada verbalmente como “*igualmente importante”* y el 9 que representa una preferencia expresada verbalmente como “*extremadamente más importante”*. Así en la comparación entre el Área Técnico-Agronómica y el Área Económica el experto consultado ha decantado su preferencia por el Área Técnica y la cuantificación verbal de esta preferencia ha sido de *“muy preferida*”, lo que equivale numéricamente en la escala de Saaty a un 5, que es el valor que aparece en la Tabla 1. A continuación, tal como se ha explicado anteriormente, en el lugar simétrico respecto a la diagonal principal se pone el inverso de este valor, es decir 1/5. Este proceso se repite para todas las combinaciones pareadas de los tres Áreas considerados, hasta completar totalmente los datos de la Tabla 1. El mismo proceso se ha seguido en las tres Tablas siguientes.

Tabla 1. Comparaciones pareadas entre los tres Áreas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Área Técnica  | Área Económica | Área Comercial |  |
| A. Técnicos | 1,00 | 5,00 | 3,00 |  |
| A. Económicos | 0,20 | 1,00 | 5,00 |  |
| A. Comerciales  | 0,333 | 0,25 | 1,00 |  |

Tabla 2. Comparaciones pareadas entre las cuatro Variables Técnicas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Dificultad Implantación | Dificultad Recolección | Mano de Obra Requerida |
| Dificultad Implantación | 1,00 | 0,125 | 5,00 |
| Dificultad. Recolección | 8,00 | 1,00 | 4,00 |
| Mano de Obra requerida | 0,20 | 0,25 | 1,00 |

Tabla 3. Comparaciones pareadas entre las cuatro Variables Económicas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Inversión | Recuperación | Beneficios | Riesgo |
| Inversión | 1 | 3 | 0,333 | 4 |
| Recuperación | 0,333 | 1,000 | 0,200 | 6,000 |
| Beneficios | 3,000 | 5,000 | 1,000 | 6,000 |
| Riesgo | 0,250 | 0,167 | 0,167 | 1,000 |
| Sumas | 4,583 | 9,167 | 1,700 | 17,000 |

Tabla 4. Comparaciones pareadas entre las dos Variables Comerciales

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Calidad Visual | Calibres |
| Calidad Visual | 1 | 5 |
| Calibres | 0,20 | 1 |

Una vez obtenida la anterior información sobre las preferencias del experto consultado, se pueden calcular los pesos asociados a cada una de las variables que aparecen en cada una de las anteriores cuatro matrices. En este trabajo se utilizará un método simplificado de cálculo pues el método para obtener la solución exacta consiste en calcular los valores propios de la matriz de comparaciones pareadas, y a continuación obtener el único vector propio que existe en el campo de los números reales, lo cual es una consecuencia de este tipo particular de matrices “*a lo Saaty*”. Para determinar estas soluciones exactas es muy conveniente disponer de un algoritmo de cálculo apropiado, por ejemplo el Derive o el Matlab lo que puede quedar lejos de las posibilidades de una empresa. Esta es la justificación del método de cálculo simplificado propuesto en este trabajo.

La esencia del método simplificado de cálculo consiste en sumar las columnas de cada matriz y calcular una nueva matriz con los valores referidos a cada una de los valores suma de las columnas. Una vez obtenida esta nueva matriz, el valor medio de cada una de cada una de las filas, es el peso o importancia de cada uno de los elementos considerados. Puede verse la utilización de este proceder en el caso la matriz de Aspectos, en las demás matrices el proceder es análogo al anterior.

Tabla 5. Importancia o Pesos de las tres Área de la Innovación

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Área Técnicos | Área Económicos | Área Comerciales | Pesos |
| Suma Columnas | 1,533 | 6,25 | 9,00 |  |
| A. Técnicos | 0,652 | 0,800 | 0,333 | 0,595 |
| 1. Económicos
 | 0,130 | 0,160 | 0,556 | 0,282 |
| A: Comerciales  | 0,217 | 0,040 | 0,111 | 0,123 |
|  |  |  | Suma | 1,000 |

Tabla 6. Importancia o Pesos de las tres Variables Técnicas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | DificultadImplantación | Dificultad Recolección | Mano de Obra requerida | Pesos |
| Suma Columnas | 9,20 | 1,375 | 10,00 |  |
| Dificultad. Implantación | 0,109 | 0,091 | 0,500 | 0,233 |
| Dificultad Recolección | 0,870 | 0,727 | 0,400 | 0,666 |
| Mano de Obra requerida  | 0,022 | 0,182 | 0,100 | 0,101 |
|  |  |  | Suma | 1,000 |

Tabla 7. Importancia o Pesos de las cuatro Variables Económicas

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Inversión | Recuperación | Beneficios | Riesgo | Pesos |
| Sumas Filas | 4,583 | 9,167 | 1,700 | 17,000 |  |
| Inversión | 0,218 | 0,327 | 0,196 | 0,235 | 0,244 |
| Recuperación | 0,073 | 0,109 | 0,118 | 0,353 | 0,163 |
| Beneficios | 0,655 | 0,545 | 0,588 | 0,353 | 0,535 |
| Riesgo | 0,055 | 0,018 | 0,098 | 0,059 | 0,057 |
|  |  |  |  | Suma | 1,000 |

Tabla 8. Importancia o Pesos de las dos Variables Comerciales

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Calidad Visual | Calibres | Pesos |
| Suma Columnas  | 1,2 | 6 |  |
| Calidad Visual | 0,833 | 0,833 | 0,833 |
| Calibres | 0,167 | 0,167 | 0,167 |
|  |  | Suma | 1,000 |

 Por último, para calcular la importancia de cada una de las variables consideradas se procede tal como se ha indicado anteriormente: multiplicando el peso del Área por el peso de cada una de las variables que la componen. Puede verse el proceder anterior y los resultados obtenidos en la Tabla 9.

Tabla 9. Cálculo de la importancia de cada variable considerada

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **VARIABLE** | **IMPORTANCIA****O PESO** | **IMPORTANCIA TOTAL****VARIABLE** |
| ÁREA TECNICA | 0,595 |  |
|  Dificultad Implantación | 0,233 | 0,139 |
|  Dificultad Recolección | 0,666 | 0,396 |
|  Mano de Obra Requerida | 0,101 | 0,060 |
| ÁREA ECONOMICA | 0,282 |  |
|  Inversión Requerida | 0,244 | 0,069 |
|  Tiempo recuperación Inversión | 0,163 | 0,046 |
|  Beneficios | 0,535 | 0,151 |
|  Riesgo | 0,057 | 0,016 |
| ÁREA COMERCIAL | 0,123 |  |
|  Calidad Visual | 0,833 | 0,103 |
|  Calibres | 0,167 | 0,020 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| SUMA | 1,000 1,000 | 1,000 |

A la vista de estos resultados, hay que empezar advirtiendo sobre la no representatividad de los mismos pues, conforme se ha planteado el experimento, obteniendo las preferencias de un experto, no puede ser de otra manera. La segunda observación es que para este experto, los aspectos Técnicos han resultado ser más del doble de importantes que los que los Económicos, lo cual debería ser analizado con detenimiento, pues de ser así, los experimentos realizados para esta innovación en el tomate, deberían ofrecer también como resultados información sobre esta variable, que puede resultar decisiva a la hora de adoptar la innovación.

Por último indicar que entre las variables Técnicas consideradas, las de mayor relevancia son la Dificultad tanto de la Recolección (con un peso del 39,6 por ciento) como de la Implantación de la nueva tecnología, con un peso en este caso del 13,9 por ciento. Según los datos anteriores, la Dificultad de la Implantación tiene casi la misma importancia que los Beneficios esperados, con una importancia del 15,1 por ciento. Obsérvese que estas variables Técnicas no estaban consideradas en la información ofrecida por los realizadores del experimento que aparecen el Cuadro 1, aunque seguramente se disponía de ella, lo cual podría ser entendido como una disfunción a remediar.

Un importante tema final es el análisis de las *inconsistencias* en que puede incurrir el decisor al expresar sus preferencias por pares. Para medir esta consistencia se utiliza un índice denominado “*Razón de Consistencia”* o RC. Como la consistencia perfecta es difícil de conseguir, se asumen como razonables los resultados de aquellas matrices con un valor inferior a 0,10 para esta Razón de Consistencia. En Rivera (2.010) pueden verse algunos ejemplos de aplicación.

1. **Conclusiones**

El experimento realizado ha permitido observar el comportamiento de un decisor agrario frente a una innovación, tanto por el enunciado de las variables importantes en la adopción de la misma, como por la cuantificación de su importancia. El método de cálculo presentado para la cuantificación de las diversas variables permite acceder a los cálculos de una manera totalmente asequible. Obviando la no representatividad de los resultados obtenidos, los mismos han permitido aventurar la hipótesis de una posible disfunción entre las variables utilizadas por los decisores empresariales para adoptar una innovación y los organismos encargados de realizar los estudios empíricos de la innovación. Lo mejor sería ofrecer la mayor información posible sobre la innovación, pues las variables que se seleccionarán y marcaran las preferencias son totalmente subjetivas.

Finalmente indicar que en el caso de que se hubiera consultado a varios expertos, hay dos procedimientos que permitirían llegar a obtener una solución única. El primero consiste en obtener individualmente los pesos, lo que implicaría una matriz de *comparaciones pareadas* a partir de la información proporcionada por cada experto y calcular como solución única la media *aritmética* o la *geométrica* de los pesos obtenidos para la matriz de cada experto. La segunda posibilidad es intentar encontrar una única matriz de comparaciones pareadas a través del consenso, por ejemplo utilizando el método Delphi para intentar disminuir la dispersión entre las opiniones y lograr así, para cada comparación de variables, una única matriz de preferencias pareadas y un único vector de pesos en cada comparación. Seguramente esta es la mejor opción pues en la primera solución de valores medios no representa la opinión de ningún experto. En cualquier caso ninguno de estos dos procederes permite asumir la representatividad de los datos obtenidos, entre otras cosas porque se trabaja con preferencias, es decir con juicios mentales totalmente personales.

**Bibliografía**

Fundación Cajamar, 2011. Análisis de la Campaña Hortofrutícola de Almería 2009/2010. Informes y Monografías nº 28. www. Cajamar.es

Rivera, L. (2.010). Decisiones en Marketing. Ed. UPV.

Saaty, T., 1997. Toma de decisiones para líderes. Ed. RSW Publications.

Saaty T., 2001. Decision making with independence and feedback: the analytic network process. Ed. RSW Publications.