



**TRABAJO DE GRADO  
Opción Seminario.**

**Innovación a través de la toma de decisión con proceso analítico jerárquico (AHP)**

Corporación Universitaria Remington.  
Faculta de Ingeniería  
Especialización en Dirección de Operaciones y Mejora continua

Estudiante  
Joaquín José Argel Flórez  
Tutor  
Alejandro Arango Correa  
Opción de Trabajo de grado Seminario  
2023

### **Agradecimientos**

Primero que todo agradezco a DIOS por darme la oportunidad de estudiar la especialización en Dirección de Operaciones y Mejora Continua, al igual que suministrarme esa fuerza adicional para afrontar todos los inconvenientes y retos encontrados en tan maravillosa experiencia, que en mi vida profesional son necesarias para seguir adquiriendo conocimiento y poder aplicarlos en el campo laboral.

A mi familia por siempre apoyarme en este camino, quienes me acompañaron en las buenas y en las malas para darme consejos y una voz de aliento cuando sentía tener dificultades en ellos procesos de formación. Gracias a ellos porque depositaron toda su confianza en mí, me llenaron de amor y mucha esperanza para lograr finalizar esta especialización.

Dedicatoria final a la Corporación Universitaria Remington por permitirme ser estudiante de la Especialización Dirección de Operaciones y Mejora Continua, así mismo, a todo el cuerpo docente de este maravilloso campo de formación, ya que a través de su experiencia y conocimientos me proporcionaron los elementos necesarios para lograr una formación integral y aplicada al sector productivo de Colombia.

## Tabla de Contenidos

### Contenido

Resumen.....	4
Marco conceptual y contextual .....	5
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	9
Referencias.....	17

### **Resumen**

Los proyectos empresariales toman en cuenta diferentes aspectos de innovación e involucra múltiples factores económicos, de calidad y gestión del cambio para lograr los mejores resultados operativos. Es por eso, que propósito de esta investigación es identificar y caracterizar un método multicriterio que permita el mejoramiento del proceso de preparación de medios de cultivo en la empresa BIFAR S.A.S ubicada en ciudad de Bogotá. Además, utilizar algunas herramientas de mejora continua para robustecer la toma de decisiones al evaluar, analizar y dar solución a las variables que requieren ser resueltas o controladas.

### **Palabras clave**

Proceso Analítico Jerárquico, Innovación, Tecnología, Equipamiento y Variables

## Marco conceptual y contextual

### 1. Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

El proceso analítico jerárquico (AHP), es una metodología de análisis multicriterio desarrollada por Saaty en 1980. Con el tiempo se transformó en una de las metodologías multicriterio de mayor aplicación práctica. El AHP involucra todos los aspectos del proceso de toma de decisiones:

- Modela el problema a través de una estructura jerárquica.
- Utiliza una escala de prioridades basada en la preferencia de un elemento sobre otro, de este modo combina la multiplicidad de escalas correspondientes a los diferentes criterios.
- Sintetiza los juicios emitidos y entrega un ranking u ordenamiento de las alternativas de acuerdo con los pesos obtenidos (prioridades).
- También propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, de la cual se destacan - tres principios básicos: El principio de la construcción de jerarquías, El principio del establecimiento de prioridades y El principio de la consistencia lógica.

#### 2.1. Metodología AHP para abordar un proyecto de innovación

**Paso 1.** Consiste en establecer la estructura del problema de acuerdo con la jerarquía y las diferentes alternativas que conllevan a dar solución a un problema de toma de decisión:

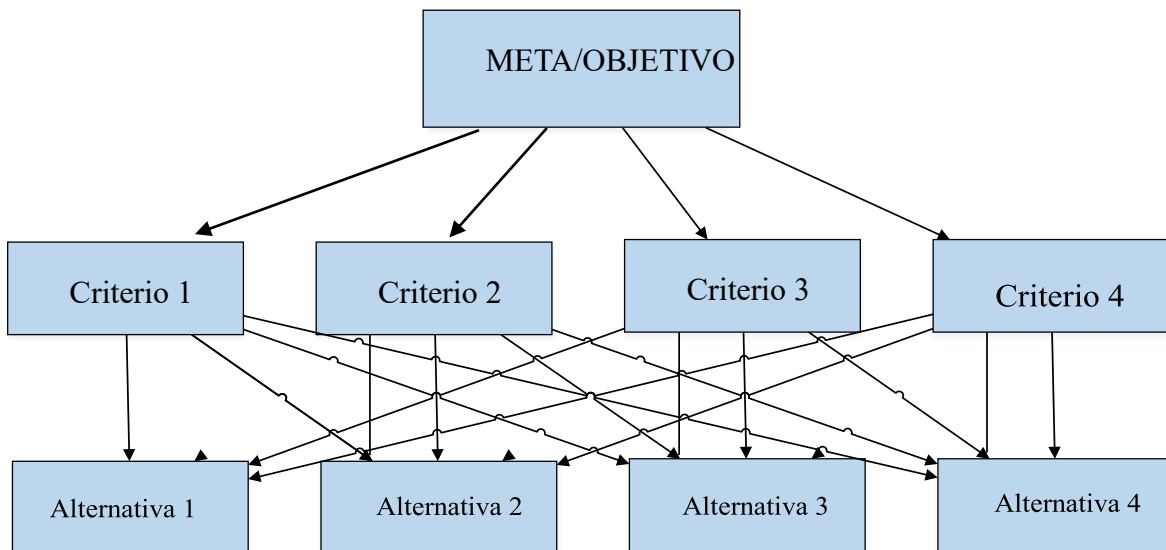


Figura 1. Estructura jerárquica del AHP

Fuente: GARCÍA CÁSCALES, María del Socorro. Tesis Doctoral:  
*Métodos para la comparación de alternativas mediante un  
 Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”*,  
 2009

La estructura jerárquica está constituida por una meta u objetivo que hace referencia a lo que se desea alcanzar, seguido de unos niveles inferiores que describe los diferentes criterios a evaluar durante el análisis de toma de decisión del modelo de innovación. Finalmente, en la parte de abajo se tienen las diferentes alternativas asociadas a cada criterio, las cuales están sujetas a la opción que mejor se adapta al modelo de toma de decisión. La selección adecuada de los criterios y diferentes alternativas es de gran importancia, ya que un planteamiento inadecuado de los mismos puede llevar a resultados errados. (García Cascales, 2009)

**Paso 2.** Una vez establecido los diferentes niveles jerárquicos, se procede a establecer las diferentes prioridades de los criterios a través de una escala de prioridades que evalúe la importancia relativa que el analista otorga a cada criterio. El analista debe abordar el problema para da respuesta al valor numérico que corresponde a cada criterio que represente. El valor asignado debe ser objetivo teniendo como base la prioridad de un criterio sobre otro, para esto se construye la matriz R cuyos elementos  $r_{ij}$  son valores numéricos positivos que indican la importancia o prioridad relativa entre el criterio i y el criterio j respecto al elemento del nivel inmediatamente superior en la jerarquía del problema. Para determinar esta importancia se recurre a escalas previamente establecidas como la que se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 1: Índice de consistencia aleatorio (RI) en función de la dimensión de la matriz*

<i>Escala</i>	<i>Valoración cualitativa</i>	<i>Descripción</i>
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de magnitud de diferencia
2,4,6,8	Valores intermedios entre escalas	Utilizada para una graduación más precisa de juicios

*Fuente: GARCÍA CÁSCALES, María del Socorro. Tesis Doctoral: Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”, 2009*

Los números asociados en la escala de la tabla 1, representan la proporción en la que un criterio se prefiere sobre otro. El elemento más bajo tiene una menor prioridad comparado con su antecesor, en ese sentido, a medida que aumente la prioridad este valor asignado será mayor. Los intermedios 2,4,6,8 son utilizados para dar mayor precisión al análisis jerárquico utilizado en la toma de decisión del equipo tecnológico tenido en cuenta en el proyecto de innovación.

**Paso 3.** Se realiza el Cálculo del Coeficientes de Consistencia y tiene como fin de realizar comparaciones por pares para garantizar que arrojen resultados adecuados. Cada comparación realizada por pares genera valores que determinan la coherentes con las prioridades establecidas. Cualquier error de incoherencia en la evaluación da como resultado valores recíprocos en la matriz. Para detectar estas inconsistencias es necesario aplicar las ecuaciones 1 y 2.

$$R \cdot \bar{w} = \bar{q} \quad \text{Ec (1)}$$

$$\frac{q_i}{w_i} = z_i \quad \forall i \quad \text{Ec (2)}$$

Posteriormente se promedian los valores del vector z para obtener  $\lambda_{max}$ . Cuanto más próximo  $\lambda_{max}$  a n, siendo n la dimensión de la matriz, mayor es la consistencia de las preferencias. Posteriormente se calcula la consistencia de las preferencias, la cual se puede medir mediante el índice de consistencia (CI), como se presenta en la ecuación 3:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{Ec (3)}$$

Es de aclarar, que de acuerdo con el RI se puede aceptar el análisis jerárquico realizado sobre el modelo de innovación o en su defecto mejorar los valores dados a los criterios. Esta medida debe ser acorde a la Tabla 2:

Tabla 2: Índice de consistencia aleatorio (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,98	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

Fuente: GARCÍA CÁSCALES, María del Socorro. Tesis Doctoral:  
Métodos para la comparación de alternativas mediante un  
Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y "Soft Computing",  
2009

Ahora, para obtener el cociente de consistencia (CC) es necesario calcular la razón del índice de consistencia (CI) y el índice de consistencia aleatorio (RI) de la tabla 1.

$$CC = \frac{CI}{RI} \quad Ec (4)$$

El valor obtenido para el cociente de consistencia (CC) debe ser igual a 0,10 o menor e indica que la matriz es consistente y el autovector es válido para la toma de decisión. Dado el caso contrario cuando el  $CC > 0,10$ , indica que la matriz no es consistente y debe evaluarse nuevamente.

## 2. Transformación e Innovación

Verhoef et al. (2019) puntualizan que la mayor atención del estudio de la transformación digital se ha dado dentro de disciplinas específicas tales como el marketing, la gestión estratégica, sistemas de información, innovación y gestión de operaciones. Pero diferentes autores plantean que se requiere una discusión multidisciplinaria sobre la transformación digital porque su naturaleza implica cambios en la estrategia, la organización, las tecnologías, el modelo de negocio, la cultura organizacional, según las definiciones anteriores.

Las implicaciones sociales que están teniendo las nuevas tecnologías son tales que están provocando nuevas formas de pensar lo social y lo cultural. Hoy en día se habla de conceptos tales como Sociedad de la Información, Sociedad Red, Cultura Digital... términos que se refieren a una nueva configuración del espacio tiempo social vivencial atravesado por las nuevas tecnologías (Riverón Rodríguez, 2016).

La cultura digital puede ser puramente una cultura en línea o puede abarcar ambos mundos físicos y virtuales. Es decir, que la cultura digital es una cultura endémica de las comunidades en línea, no es sólo la cultura que resulta de uso de la computadora, pero la cultura que está directamente mediada por la computadora (Riverón Rodríguez, 2016).

Esto toma importancia en el sentido de que las organizaciones no solo deben gastar el tiempo comprador equipos modernos, software de última tecnología y computadoras de análisis, sino también en involucrar al personal en los distintos cambios para poder crear la transformación y cultura necesaria para sacar el mayor provecho a la tecnología. Es por eso, que los cambios antes de realizarse deben ser evaluados para verificar el impacto que tiene la transformación y poder tomar medidas preventivas.

Es por eso, que la verdadera innovación no empieza por realizar por esos cambios de tecnologías en las organizaciones, aunque es una parte fundamental no es la principal causa, ya que lo prioritario debe ser el cambio de la mentalidad de los individuos para aceptar y sacar el mayor provecho a las herramientas digitales. Si en realidad se prioriza en como mejor la cultura de la transformación digital en las empresas, la probabilidad de éxito va a ser mayor, al igual que los proyectos de innovación se harán amigables con los colaboradores y serán ellos quien aporten las mejores ideas para su ejecución.



## Desarrollo e implementación del aprendizaje

### 3. Planteamiento del problema

La empresa Bifar S.A.S. requiere automatizar el proceso de preparación de medios de cultivo, por ende, solicitó al área de ingeniería gestionar la compra de una máquina para dicha actividad, teniendo como base los criterios de precio, vida útil, costo de sostenimiento y productividad, al igual la estructuración del método de innovación para obtener los mejores resultados operativos.

Desde el área de compra se pudo cotizar 4 opciones de máquinas de acuerdo con la siguiente tabla:

*Tabla 3. Variables de toma de decisión*

CRITERIOS	VIDA ÚTIL (Año)	PRODUCCIÓN (Litros/Horas)	PRECIO (\$)	COSTO DE SOSTENIMIENTO (AÑO \$)
OPCIÓN 1	12	100	77.000.000	10.000.000
OPCIÓN 2	11	120	90.000.000	15.000.000
OPCIÓN 3	9	90	60.000.000	12.000.000
OPCIÓN 4	13	105	73.000.000	13.000.000

*Fuente: elaboración propia*

Estos datos fueron pasados al área de ingeniería para que realizará el análisis Proceso Analítico Jerárquico, partiendo de que la robustez tecnológica de la máquina debe ajustarse a la demanda de 70 Litros/Hora. Además, debe evaluar los impactos sujetos a la transformación tecnológica realizada en el área de producción.

Cabe aclarar, que el cambio a realizar por la empresa Bifar S.A.S. sobre sus procesos productivos busca reducir las pérdidas, los tiempos muertos y aumentar la productividad, a su vez automatizar el proceso para mayor reproducibilidad y confiabilidad de sus resultados.

### 4. SOLUCIÓN

#### 4.1. Implementación de la metodología AHP

Para determinar las ponderaciones de cada criterio, se analizaron dos escenarios posibles; el primero donde se agruparán los criterios en las categorías establecidas para la vida útil,

producción, Precio y coste de sostenimiento. En la segunda se agrupan las opciones de cada equipo.

**Paso 1.** Estructurar el problema como una jerarquía:

La figura 2 la jerarquía propuesta para determinar la influencia ponderada de los criterios de decisión.

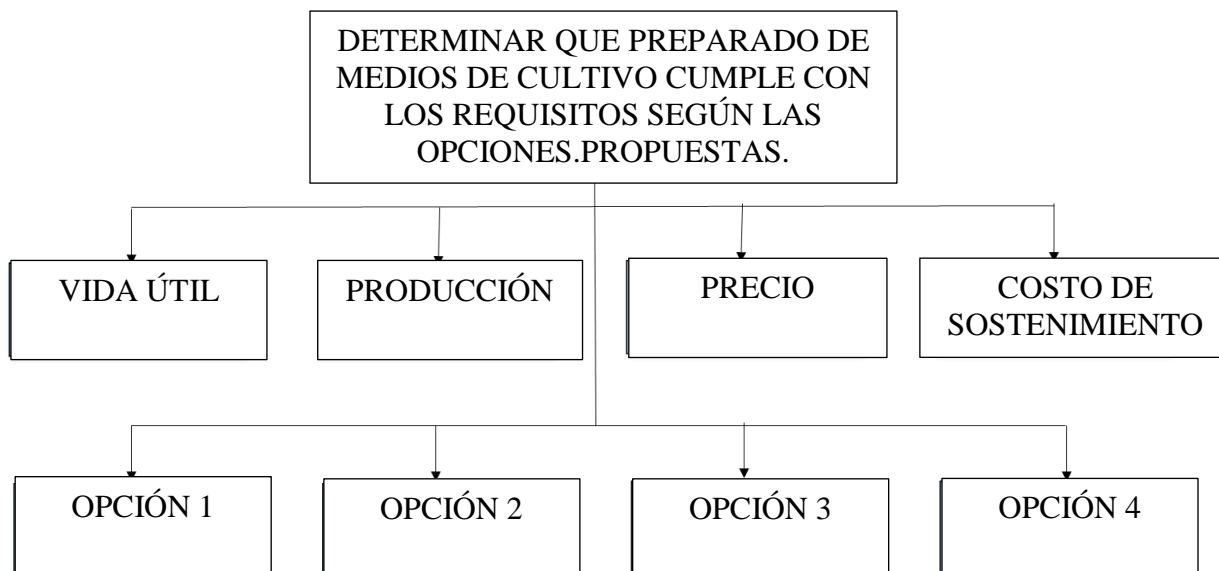


Figura 2. Estructura jerárquica del problema.

Fuente: elaboración propia

**Paso 2.** Establecimiento de las prioridades entre los criterios: Después de crear la estructura jerárquica del problema se procedió a definir las preferencias entre criterios a través de la evaluación de un criterio sobre el otro o si su preferencia era neutra, al igual que el análisis individual de cada uno de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 4. Evaluación de criterios

CRITERIO									
CRITERIO	VIDA ÚTIL	PRODUCCIÓN	PRECIO	COSTO DE SOSTENIMIENTO	MATRIZ NORMALIZADA				PONDERACIÓN
VIDA ÚTIL	1	5	3	2	0,49	0,31	0,48	0,54	0,46
PRODUCCIÓN	1/5	1	1/5	1/5	0,10	0,06	0,03	0,05	0,06
PRECIO	1/3	5	1	1/2	0,16	0,31	0,16	0,14	0,19
COSTO DE SOSTENIMIENTO	1/2	5	2	1	0,25	0,31	0,32	0,27	0,29
TOTAL	2,03	16,00	6,20	3,70					

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Evaluación del criterio vida útil

CRITERIO: VIDA ÚTIL									
CRITERIO	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	MATRIZ NORMALIZADA				PONDERACIÓN
OPCIÓN 1	1	2	5	1/2	0,27	0,32	0,31	0,25	0,30
OPCIÓN 2	1/2	1	3	1/3	0,14	0,16	0,19	0,17	0,16
OPCIÓN 3	1/5	1/3	1	1/7	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06
OPCIÓN 4	2	3	7	1	0,54	0,47	0,44	0,51	0,49
TOTAL	3,70	6,33	16,0	2,0					

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Evaluación del criterio producción

CRITERIO: PRODUCCIÓN (Litros/Horas)									
CRITERIO	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	MATRIZ NORMALIZADA				PONDERACIÓN
OPCIÓN 1	1	1/3	3	1/2	0,16	0,20	0,18	0,09	0,15
OPCIÓN 2	3	1	9	4	0,47	0,59	0,53	0,70	0,57
OPCIÓN 3	1/3	1/9	1	1/4	0,05	0,07	0,06	0,04	0,06
OPCIÓN 4	2	1/4	4	1	0,32	0,15	0,24	0,17	0,22
TOTAL	6,33	1,69	17,0	5,8					

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Evaluación del criterio precio

CRITERIO: PRECIO (\$)									
CRITERIO	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	MATRIZ NORMALIZADA				PONDERACIÓN
OPCIÓN 1	1	3	1/5	1/2	0,12	0,17	0,12	0,11	0,13
OPCIÓN 2	1/3	1	1/9	1/5	0,04	0,06	0,07	0,04	0,05
OPCIÓN 3	5	9	1	3	0,60	0,50	0,61	0,64	0,59
OPCIÓN 4	2	5	1/3	1	0,24	0,28	0,20	0,21	0,23
TOTAL	8,33	18,00	1,6	4,7					

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Evaluación del criterio sostenimiento

CRITERIO: COSTO DE SOSTENIMIENTO (AÑO \$ )									
CRITERIO	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	MATRIZ NORMALIZADA				PONDERACIÓN
OPCIÓN 1	1	6	3	3	0,55	0,43	0,63	0,47	0,52
OPCIÓN 2	1/6	1	1/4	1/3	0,09	0,07	0,05	0,05	0,07
OPCIÓN 3	1/3	4	1	2	0,18	0,29	0,21	0,32	0,25
OPCIÓN 4	1/3	3	1/2	1	0,18	0,21	0,11	0,16	0,16
TOTAL	1,83	14,00	4,75	6,33					

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Evaluación entre los criterios

CRITERIO	VIDA ÚTIL	PRODUCCIÓN	PRECIO	SOSTENIMIENTO	TOTAL
OPCIÓN 1	0,30	0,15	0,13	0,52	0,32
OPCIÓN 2	0,16	0,57	0,05	0,07	0,14
OPCIÓN 3	0,06	0,06	0,59	0,25	0,22
OPCIÓN 4	0,49	0,22	0,23	0,16	0,33
PONDERACIÓN	0,46	0,06	0,19	0,29	

Fuente: elaboración propia

**Paso 3.** Posteriormente a realizar el análisis por cada criterio y entre criterio se procede a calcular el de Coeficientes de Consistencia como se mencionó marco metodológico, utilizando un RI de 0,98 debido a que las matrices son de 4\*4.

Tabla 10. Coeficientes de consistencia

CRITERIO	CC $\leq$ 0.1
VIDA ÚTIL	0,024
PRODUCCIÓN	0,049
PRECIO	0,021
COSTO DE SOSTENIMIENTO	0,040
ENTRE TODOS LOS CRITERIOS	0,064

Fuente: elaboración propia




Como se puede observar, todos los coeficientes de consistencia son menores que 0.1, por lo tanto, se pueden utilizar los resultados dados por proceso AHP.

#### 4.2. Concientización del personal con respecto al cambio

Finalmente, el recurso humano dentro de una organización es clave para el éxito de la implementación y funcionamiento de un proyecto, en ese sentido, a menudo se escucha en las organizaciones la temática de “resistencia al cambio” que lleva a que gran cantidad de proyectos fracasen, pues los líderes muchas veces menosprecian el proceso. “El cambio no sólo implica un mayor gasto de ‘energía mental’, sino que usualmente nuestro cerebro lo asocia con emociones negativas, como la amenaza y el miedo”. Sin embargo, con todo y lo difícil que puede ser para el cerebro familiarizarse con el cambio.

En ese orden de ideas, si podemos identificar los riesgos asociados a ese cambio, podemos adoptar metodologías para mejorar la aceptación de las decisiones en el personal involucrado, por ende, haciendo la siguiente pregunta “cómo hacer los cambios más aceptables” y utilizando las siguientes herramientas podemos hacer que la transformación tecnológica sea más amigable y al quiera una cultura.

Tabla 11. Evaluación de campo de fuerza

CAMPO DE FUERZA				
 <b>Fuerza a favor del Cambio "Motoras"</b> 		<b>Fuerzas contra el Cambio "Limitantes"</b>  		
FUERZA A FAVOR	Calificación	PLAN DE ACCIÓN	FUERZA EN CONTRA	Calificación
Agilidad en la obtención de registros	9	Debido a que la maquina incorpora un software, fue necesario realizar capacitaciones y seguimientos continuos a las personas que contaban con pocos conocimientos en tecnología de procesos.	Las personas que no tenían habilidad con los sistemas tecnológicos pusieron oposición al momento gestionar los registros.	5
Trazabilidad completa de todas las operaciones	10	Fue necesario implementar herramientas de control para que las personas realizaran los registros en tiempo real, ya que las herramientas antiguo permitía la modificación de la información.	El aumento de errores por efectos de trazabilidad en los procesos desmotiva a los colaboradores.	7

Estandarización de los procesos	8	El control de las operaciones al establecer tiempos de procesos impulsó a que fuera necesario de realizar campañas de sensibilización y formación sobre la importancia de la estandarización de procesos.	El personal pensaba que se estaba controlando los tiempos de ejecución de las actividades individuales y aquellos que fueran menos eficaz los iban a sacar de la empresa.	9
Cuellos de botella	7	Al saber la organización en donde estaban ocurriendo las paradas de los procesos, se reforzó las debilidades detectadas en el personal y los procesos. De esta forma, los colaboradores entendieron de que se estaba impulsando era la mejora continua para buscar la eficiencia de la operación.	Debido a que el software generaba la trazabilidad en tiempo real del atraso de la operación, provoco que los colaboradores pesaran que iban a tomar represarías sobre los responsables directo de la actividad.	5
Disminución de mano de obra	5	Para generar seguridad en el personal, fue necesario hacer reubicaciones de los cargos y mejorar condiciones laborales. Además, se impulsaron las ventas para poder soportar la operación y mantener todos los puestos de trabajo.	Ciertos cargos se sintieron amenazados por la implementación del proceso estandarizado con software, debido a que disminuyó la digitación de documentación a mano y tiempos en las etapas de operación.	6
Disminución de gastos de papel y recursos de archivo.	10	La implementación de un archivo digital incorporado en el software de la maquina eliminó en un 900% la utilización de papel, pero fue necesario involucrar al personal encargado para que fuera el soporte de la administración de la	Al igual que el caso anterior, las personas encargadas de estas funciones se vieron amenazadas directamente.	5

		nueva plataforma de control del archivo. Al final entendieron que los procesos eran más sencillos y requerían del control continuo.		
Administración de los procesos y mejora continua	9	Para entender los cambios realizados, fue necesario realizar formación continua sobre las distintas funciones y operaciones del software. También la forma en que generaba beneficios en los trabajadores y la organización.	Falta de conceptos de las nuevas herramientas tecnológicas aplicadas a la administración.	6
Atención al cliente sobre la cadena de suministro	8	Para ello a los clientes se les explicó las nuevas ventajas que ofrecía el software sobre la entrega de los servicios y como facilitaba la comunicación con respecto a insatisfacciones del cliente.	Comunicación entre los clientes sobre la nueva modalidad del servicio.	6
<b>TOTAL</b>	66		<b>TOTAL</b>	44

Evaluación de campo de fuerza ayudo a Bifar S.A.S. a determinar que era favorable implementar la maquina automatizada en sus procesos productivos de preparación de medios de cultivos, ya que los campos de fuerza a favor son mayores a las fuerzas en contra. A su vez, a tomar ciertas acciones correctivas y de mejora para contribuir a que todo el personal aceptara el cambio y lo adoptara como cultura de innovación.

## CONCLUSIÓN

Con respecto al problema planteado para la empresa Bifar S.A.S., podemos destacar que la aplicación de un juicio de expertos enfocado en un Proceso Analítico Jerárquico (AHP) constituyó un elemento de gran utilidad y de soporte en la elección del modelo matemático analítico como la técnica ideal para el diseño del modelo para la toma de decisiones en la

selección de una preparadora de medios de cultivo que se ajuste a las necesidades de la organización.

En ese orden de idea, se pudo obtener por la metodología que la mejor opción de preparadora de medios de cultivo es la 4, seguida de las opciones 1, 3 y respectiva 2 (Tabla 9). Cabe aclarar que el criterio de menos importancia dentro de la evaluación fue el de producción, debido a que todas las máquinas cumplían con la con la producción requerida 70 Litros/Hora. A su vez, el de mayor prioridad fue el de la vida útil y los costos de sostenimiento ya que son criterios de largo plazo que generan costos continuos y son determinantes para garantizar la durabilidad de la preparadora de medios de cultivo.

Ahora bien, fue necesario calcular los Coeficientes de Consistencia utilizando un RI de 0,98 debido a que las matrices son de  $4 \times 4$ , con el objetivo de tener un complemento de la solución y demostrar la validez de los resultados. Se puede resaltar que todos los Coeficientes de Consistencia (CC) fueron menores o igual 0.1 (Tabla 10).

Después de implementar la estructura metodológica APH, fue necesario aplicar un análisis de campo de fuerza para evaluar si la innovación tecnológica planteada podría ser acogida dentro de la empresa. Esta evaluación es acorde a la Tabla 11 y dio como resultado un total 66 datos a favor y 44 en contra. En ese orden de ideas, si fue viable la instalación de la máquina, pero era necesario implementar acciones de mejora para involucrar el personal en el cambio y crear cultura de transformación tecnológica.

Finalmente, con una estructura metodológica APH de simulación de procesos y una herramienta de evaluación de cambio que soporta todo el estudio, fue posible obtener resultados satisfactorios para la toma de decisiones, atribuidos a reducir el tiempo y esfuerzos en la empresa de Bifar S.A.S. Además, la habilidad en las áreas que toman este tipo de decisiones para llegar a un consenso con la documentación y justificación adecuada.



## Referencias

- García, M. (2009). Tesis Doctoral: Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.).
- Parthasarathy, S and Sharma, s. (2014). "Determining ERP customization choices using nominal group technique and analytical hierarchy process". *Computers in Industry*. Vol. 65 N° 6, pp. 1009-1017.
- Vidal, J.G, Ramos, M, Azevedo, J.E. and Cabra, P.C. (2017). "An AHP-based framework for logistics operations in distribution centres". *International Journal of Production Economics*. Vol. 187, pp. 246-259.
- López, S.C, Chung, P.A, Ramírez, M.P. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. xxi, núm. 66, 315-358.
- Riverón G.R. (2016). La cultura digital en la sociedad moderna. *RITI Journal*, Vol 4.8.
- Verhoef, P.C. et al. (2019). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.